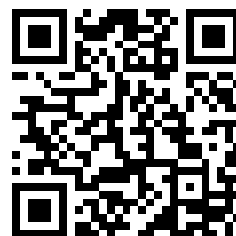

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

GoogleTM books

<https://books.google.com>





Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>







ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

INDICE.

N. 1. — Note sulle industrie elettriche negli Stati Uniti. — Conferenza dell'Ing GUIDO SEMENZA, <i>tenuta nella Sezione di Milano il 22 Giugno 1900</i> (con 21 figure).	Pag. 1
N. 2. — Sulla differenza potenziale esistente ai poli dell'arco. — Nota del Prof. O. M. CORBINO e Dott. P. LIGA, <i>letta dal Prof. CORBINO nella Sezione di Palermo il 9 dicembre 1900</i> (con una figura)	» 36
N. 3. — Rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da correnti trifasiche. — Nota del Dott. O. M. CORBINO, <i>letta nella Sezione di Palermo il 30 Dicembre 1900</i> (con 4 figure)	» 44
N. 4. — Correnti rapidamente variabili nei circuiti derivati. — Nota del Dott. O. M. CORBINO, <i>letta nella Sezione di Palermo il 27 Gennaio 1901</i> (con 3 figure)	» 49
N. 5. — Sulle generatrici asincrone. — Nota del Dott. O. M. CORBINO, <i>letta nella Sezione di Palermo il 27 Gennaio 1901</i> (con 1 figura)	» 57
N. 6. — Metodi e strumenti di misura per sistemi trifasi basati sopra speciali proprietà dei sistemi stessi. — Nota III: Contatore di energia per sistemi trifasi esatto per carichi induttivi. — Nota dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, <i>letta nella Sezione di Milano nella Seduta del 19 Dicembre 1900</i> (con 6 figure)	» 61
N. 7. — Apparecchi di misura e di controllo a campo elettrico rotante. — Nota IV: Voltmetro a campo elettrico rotante per sistemi a corrente alternata semplice. — Nota dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, <i>letta nella Sezione di Milano nella Seduta del 19 Dicembre 1900</i> (con 1 figura)	» 69
N. 8. — Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni)	» 72

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO

TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO

1901.



ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.
Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI.
Prof. GIUSEPPE COLOMBO
Prof. STEFANO PAGLIANI
Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.
Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thovez.
Milano. — Ing. Ettore Conti — Ing. Carlo Esterle — Prof. Franc. Grassi —
Ing. A. Panzarasa — Ing. G. B. Pirelli — Ing. Cesare Saldini.
Genova. — Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.
Bologna. — Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.
Roma. — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Italo Brunelli.
Napoli. — Ing. Cav. Franc. Amicarelli — Comm. Prof. Ing. Gaetano Bruno.
Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Cantone Prof. Michele.
Firenze. — (Non ancora eletti).

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)
On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

INDICE DEL VOLUME QUINTO

- N. 1. — *Note sulle industrie elettriche negli Stati Uniti.* — Conferenza dell'Ing. GUIDO SEMENZA, tenuta nella Sezione di Milano il 22 giugno 1900 (Con 21 figure) Pag. 1
- N. 2. — *Sulla differenza potenziale esistente ai poli dell'arco.* — Nota del Prof. O. M. CORBINO e Dott. P. LIGA, letta dal Prof. Corbino nella Sezione di Palermo il 9 dicembre 1900 (Con una figura) » 36
- N. 3. — *Rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da correnti trifasiche.* — Nota del Dottore O. M. CORBINO, letta nella Sezione di Palermo il 30 dicembre 1900 (Con 4 figure) » 44
- N. 4. — *Correnti rapidamente variabili nei circuiti derivati.* — Nota del Dott. O. M. CORBINO, letta nella Sezione di Palermo il 27 gennaio 1901 (Con 3 figure) » 49
- N. 5. — *Sulle generatrici asincrone.* — Nota del Dott. O. M. CORBINO, letta nella Sezione di Palermo il 27 gennaio 1901 (Con una figura) » 57
- N. 6. — *Metodi e strumenti di misura per sistemi trifasi basati sopra speciali proprietà dei sistemi stessi.* — Nota III: *Contatore di energia per sistemi trifasi esatto per carichi induttivi.* — Nota dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, letta nella Sezione di Milano nella Seduta del 19 dicembre 1900 (Con 6 figure) » 61
- N. 7. — *Apparecchi di misura e di controllo a campo elettrico rotante.* — Nota IV: *Voltmetro a campo elettrico rotante per sistemi a corrente alternata semplice.* — Nota dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, letta nella Sezione di Milano nella Seduta del 19 dicembre 1900 (Con una figura) » 69
- N. 8. — *Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana* (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni) » 72

- N. 9. — *Calcolo dei motori a campo rotante.* — Nota del capitano GIULIO DOUHET, letta alla Sezione di Torino la sera del 23 febbraio 1901 (Con 5 figure) Pag. 85
- N. 10. — *Sul calcolo delle dimensioni di un alternatore.* — Lettura del Prof. GUIDO GRASSI, fatta alla Sezione di Torino il 2 marzo 1901 (Con 2 figure) » 140
- N. 11. — *Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana* (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni) » 160
- N. 12. — *Corrispondenza* » 163
- N. 13. — *Deliberazioni prese dal Consiglio generale dell'Associazione* nella Seduta del 28 giugno 1901 » 165
- N. 14. — *Perfezionamenti alle valvole per alta tensione.* — Lettura dell'Ing. GUIDO SEMENZA, fatta alla Sezione di Milano nell'Assemblea del 18 aprile 1901 (Con 3 figure) » 168
- N. 15. — *La propagazione delle azioni elettriche.* — On. professore ANGELO BATTELLI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 10 febbraio 1901) » 182
- N. 16. — *I fenomeni e le applicazioni dell'elettrochimica.* — Ing. FERDINANDO LORI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 24 febbraio 1901) » 183
- N. 17. — *Le correnti alternate.* — Prof. M. ASCOLI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 9 marzo 1901) » 184
- N. 18. — *I fenomeni magneto-elettrici.* — Ing. Dott. QUIRICO MAJORANA (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 17 marzo 1901) » 185
- N. 19. — *La conduttività elettrica dei gas.* — Prof. ALFONSO SELLA (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 24 marzo 1901) » 187
- N. 20. — *Misura dell'energia elettrica.* — Ing. RICCARDO SALVADORI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 14 aprile 1901) » 190
- N. 21. — *Le ipotesi sulla natura dell'elettricità (I fenomeni dell'elettrostatica).* — Dott. RICCARDO MANZETTI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma il 5 maggio 1901) (Con 4 fig.) » 191
- N. 22. — *Le dinamo dalle origini ad oggi.* — Ing. GIOVANNI GIORGI (Conferenza tenuta alla Sezione di Roma li 12 e 19 maggio 1901) (Con 2 figure) » 205
- N. 23. — *Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana* (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni) » 220
- N. 24. — *Conduttura elettromagnetica a contatti superficiali per ferrovie e tramvie elettriche.* — Lettura del Socio

- LUIGI NEGRO, fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 30 maggio 1901 (Con 8 figure) Pag. 231
- N. 25. — *L'automobilismo sotto il punto di vista militare. — Schema di un sistema automobilistico per uso militare.* — Nota del signor GIULIO DOUHET, Capitano d'Artiglieria, letta alla Sezione di Torino la sera del 28 giugno 1901 (Con una figura) » 246
- N. 26. — *Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana* (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni) » 275
- N. 27. — *Teoria dei motori a campo rotante disposti in cascata.* — Lettura del Socio Ing. ANASTASIO ANASTASI, fatta alla Sezione di Roma nella Seduta del 17 maggio 1901 (Con 8 figure) » 279
- N. 28. — *Sistemi di sicurezza Negro per ferrovie elettriche e tramvie a conduttore aereo e a contatti superficiali.* — Lettura del Socio Ing. DIMITRY RODOCANACHI, fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 22 agosto 1901 (Con 3 figure) » 299
- N. 29. — *Verbale della V Riunione annuale dell'A. E. I., nella sede della Sezione Romana* (Ing. RAFFAELE PINNA). . . » 307
- N. 30. — *Gli accumulatori elettrici.* — Lettura dell'Ing. GUSTAVO DOSSMANN, fatta all'Assemblea generale ordinaria in Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 » 341
- N. 31. — *Sulla costruzione dei magneti permanenti.* — Lettura del Socio Prof. MOISÈ ASCOLI, fatta all'Assemblea generale ordinaria in Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (Con 8 figure) » 357
- N. 32. — *Sulla invertibilità dei motori asincroni a campo rotante.* — Nota del Dott. O. M. CORBINO, comunicata alla Sezione di Palermo nella Seduta del 14 luglio 1901 e premiata nel Concorso Sacchi e Strazza (Con 5 figure) . . » 369
- N. 33. — *Sistema perfezionato di contatore di energia elettrica per sistemi a corrente alternativa.* — Lettura dell'Ingegnere Prof. RICCARDO ARNÒ, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (Con 2 figure) . . » 379
- N. 34. — *Sull'impiego del wattometro-fasometro per sistemi trifasi ad alta tensione.* — Lettura dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (Con 4 figure) » 385
- N. 35. — *Le industrie elettrotermiche.* — Lettura del Socio Ing. FERDINANDO LORI, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 » 389

- N. 36. — *Unità razionali di elettromagnetismo.* — Lettura dell'Ing. GIOVANNI GIORGI, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 ottobre 1901 Pag. 402
- N. 37. — *Dell'induzione esercitata dalle linee ad alta tensione sulle linee telefoniche e del modo di evitarla.* — Sunto della Conferenza fatta dall'Ing. ANGELO SILVA, all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 ottobre 1901 (Con 2 figure) » 419
- N. 38. — *Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana* (Verbali di Sedute tenute nelle varie Sezioni). » 421
-

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

N. 1.

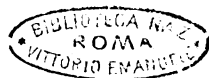
NOTE SULLE INDUSTRIE ELETTRICHE NEGLI STATI UNITI

CONFERENZA

dell'Ingegnere GUIDO SEMENZA

tenuta nella Sezione di Milano il 22 Giugno 1900

(Con 21 figure).



Pare che chiunque si rechi a fare un viaggio in America si trovi in obbligo di scrivere qualcosa sulle impressioni avute; e per questa ragione appunto io mi sentivo poco propenso a fare lo stesso e aggiungere una pagina di più alla letteratura, già troppo voluminosa, sugli usi e costumi del nuovo mondo. Ma dinnanzi all'accusa di egoismo lanciata dai miei amici ed alle loro insistenze, mi son deciso a fare anch'io la mia chiacchierata.

Devo premettere anzitutto che non avrò meraviglie da raccontare, nè cose strabilianti: le industrie elettriche procedono ormai di pari passo in tutti i paesi, quindi le differenze che vi si riscontrano in luoghi diversi dipendono per la maggior parte dalle condizioni locali e dall'indole speciale delle popolazioni.

Ed io non saprei come rendere i punti più caratteristici delle industrie elettriche negli Stati Uniti, nè dar loro risalto, senza richiamare l'attenzione vostra sulla forma che ha assunto in questo paese la vita pubblica e privata: perchè le condizioni dell'esistenza e quasi anche lo scopo di essa vi sono assai diversi da noi.

La ragione prima di questa diversità mi sembra sia da ricercare nella illimitazione delle risorse naturali del paese. Sono terreni fertili ancora incolti, ricchi giacimenti minerali ancor inesplorati, ingenti forze idrauliche inutilizzate ancora; e l'abitante di questa terra ne è conscio. Egli sente che in mezzo a questo mondo di gente che si affretta alla conquista dei beni, c'è sempre posto anche per lui; sente che se vuole

e se possiede le doti fisiche e mentali necessarie, il successo non gli può mancare.

Dovrà bensì lottare contro altri uomini che con lui hanno comune meta, ma la lotta sarà ad armi uguali.

Inoltre, la forma sinceramente democratica della società, lascia aperta a tutti la via; ostacoli opposti da burocrazie ufficiali o interessi fittizi dello Stato sono rari o facilmente vinti.

Questo sentimento della potenza e della possibilità del successo è la molla dell'individuo e la ragione del rapido progresso della nazione; ma da esso dipende anche la vita nervosa e agitata degli Americani.

Arriva prima chi non lascia sfuggire le occasioni propizie, chi non sciupa tempo; quindi per l'Americano non c'è mai tempo da perdere; alla concezione deve tener dietro l'attuazione, l'idea non attuata subito può essere sfruttata da altri. Di qui la fretta, la fretta nervosa che regge tutto, che penetra fin nell'intimo d'ogni cosa, che prende tutti come una malattia. Al primo momento questa vita agitata è una cosa che vi opprime, che vi disgusta quasi; ma poi si impossessa di voi e a poco a poco finite per sentirvi anche voi travolti in questa, che si può chiamare corsa al dollaro.

È facile immaginare l'influenza di una vita così agitata e veloce su una classe di industrie come le elettriche. Essendo più che le altre atte a dare origine a nuovi trovati, a nuovi mezzi di produzione e di consumo, il capitale vi accorre con grande facilità. In una Memoria su tale argomento T. C. Martin valuta a 17 miliardi il capitale investito nelle imprese ed industrie elettriche degli Stati Uniti, di cui 5 miliardi soltanto nella trazione elettrica. Questi capitali ingenti che vogliono rapida remunerazione e l'impazienza americana si fanno poi sentire nell'attuazione degli impianti e nella produzione del macchinario, tanto che moltissime opere assumono un certo carattere di provvisorietà anche se per la loro natura sono destinate a vita assai lunga.

Il bisogno di produrre rapidamente porta a uno studio di tutti i mezzi per accelerare e semplificare il lavoro, ed è la causa per cui i tipi « standard » assumono tanta importanza in America. Volete materiale « standard » lo avrete in due o tre mesi; volete tipi nuovi, lo avrete in dieci mesi, se pure. Anche in alcune grandi Case europee c'è una tendenza a stabilire tipi e ad imporli alla clientela; ma la cosa ha un carattere differente, deriva da ragioni più prettamente economiche e anche, in certi paesi, da una certa tendenza a burocratizzare ogni cosa.

Negli Stati Uniti è un fenomeno più naturale e molto più giustificato. Come è facile immaginare, numerosi sono gli inconvenienti che l'imposizione del tipo porta nella pratica: corrisponde un po' a voler vestire differenti persone con abiti tutti di una medesima misura.

Per darvi un esempio, vi racconterò che ho visitato un impianto di trasmissione e distribuzione trifase non ancor ultimato, nel quale le generatrici saranno bifasi per la sola ragione che per averle trifasi la Casa costruttrice domandava quattro o cinque mesi di più.

E l'imposizione dei tipi « standard » acquista sempre maggior importanza coll'estendersi del fenomeno della *Consolidation*, ossia della graduale fusione delle Ditte concorrenti fra di loro e dell'assorbimento delle piccole per opera delle grandi, contro le quali non possono più lottare.

Qualunque sia la causa di questo fenomeno e qualunque siano e debbano essere le conseguenze economiche pel futuro, i risultati attuali hanno grande importanza nell'andamento delle industrie elettriche, sia di quelle che lavorano alla produzione, come di quelle che lavorano all'esercizio.

Infatti, questi enti di potenza finanziaria enorme, questi conglomerati di milioni di dollari sono al caso di eseguire opere di proporzioni e grandiosità sorprendenti, e danno origine a fabbriche dove tutto può essere costruito e tentato, dove qualunque esperienza si può fare perchè il suo costo è un nonnulla di fronte al movimento quotidiano di denaro.

Un altro carattere assai importante e generale nelle industrie americane è dato dal caro prezzo della mano d'opera. Gli Stati Uniti sono un paese ricco, appunto perchè hanno risorse naturali illimitate, e la ricchezza non è solamente in mano ai milionari e miliardari, ma è anche assai diffusa; l'educazione e l'istruzione lo sono del pari, e il clima coi suoi estremi di gelo e di calore crea delle necessità a cui bisogna soddisfare.

L'Americano tende perciò a vivere con una certa agiatezza e a spendere relativamente molto, egli quindi difficilmente si assoggetta a mercedi modeste. Anche l'emigrante europeo che si reca là per cercare condizioni migliori di vita pretende una mercede lauta.

La mano d'opera rappresenta quindi nel valore del prodotto una parte assai rilevante, e studio precipuo è il ridurla al minimo possibile.

Questo studio e questa necessità hanno fatto nascere le più belle ed ingegnose macchine-utensili; hanno popolato opificii, servizi pubblici, industrie di ogni genere, di tutti i mezzi automatici per eliminare l'opera materiale dell'uomo.

La fretta e la mania di arrivare presto non è molto confacente a studi lunghi e di carattere teorico. Le Scuole degli ingegneri sono assai buone, ma se vengono considerate dal lato della elettrologia, nella quale un corredo serio e completo di cognizioni teoriche è necessario, sembrano un po' deficienti; la tendenza all'applicazione immediata del

principio vi si fa troppo sentire. Così se si incontra una coltura tecnica di un certo grado molto diffusa e se si trovano eccellenti elettrotecnici americani, gli elettricisti propriamente detti sono rari.

Infatti, il processo della invenzione americana, che pur fa tanti miracoli, è completamente pratico ed in gran parte anche empirico.

In generale, la soluzione è cercata quando il problema si presenta con un carattere d'urgenza; si trovano l'un dopo l'altro i mezzi e i ripieghi che riuniti e coordinati daranno luogo alla soluzione più economica e più elegante. Ma raramente nella invenzione americana c'è lo spirito largo, divinatorio.

Edison è il prototipo degli inventori americani, ingegnosissimi, poderosi per la facilità colla quale nel loro cervello le diverse cose si



Fig. 1. — T. A. Edison.

combinano, si completano, si trasformano, meravigliosi per il gran numero e la praticità delle loro invenzioni; ma dai quali raramente esce un'idea di quelle che per la loro sola potenza trasformano le cose presenti ed aprono nuovi campi all'avvenire.

*

Una delle Società più poderose nate dalla *Consolidation*, ossia dalla fusione di altre minori, è la « General Electric Co. ». Questa Società, che rappresenta unite la Edison G. E. C., la Thomson Houston Electric Co.

e la Brush Electric Co., le quali già erano provenienti dalla fusione di molte altre minori, possiede ora tre Stabilimenti: uno a Schenectady, uno a Lynn ed il terzo ad Harrison. I tre insieme coprono oltre 200.000 metri quadrati di terreno, producono 14000 articoli « standard », e nel 1899 hanno venduto per oltre 118 milioni di merce, impiegando complessivamente 12.000 operai.

Lo Stabilimento di Schenectady, presso Albany, è il principale. Si compone di una ventina di fabbricati distinti, ciascuno dei quali è destinato ad una speciale lavorazione. Occorrerebbero parecchie giornate per visitare minutamente delle officine di questo genere; e nella rapida corsa che io vi ho fatto, non ho potuto che rendermi conto della immensità della produzione e cogliere a volo qualche particolare interessante.

Uno dei grandi fabbricati contiene gli Uffici amministrativi; al piano superiore sono gli Uffici tecnici. È un vasto locale unico, suddiviso da pareti di legno in tanti piccoli ambienti. L'organizzazione di questi Uffici dà un'idea dell'andamento direttivo di una simile fabbrica. Essa è ispirata da una larga indipendenza dei capi-riparto, mitigata da una grande intesa e da uno spirito di aiuto reciproco.

Così c'è uno che è capo del riparto trasformatori, un altro dei quadri ed apparecchi, un terzo delle dinamo a correnti continue, un altro è l'uomo degli alternatori e così via, e ciascuno non esce dai suoi limiti, ma consulta gli altri appena debba invaderne il campo. Sulla porta di uno dei tanti stalli in cui il vasto Ufficio è diviso, sta scritto: « Charles Proteus Steinmetz », niente di più, e i diversi capi-riparto e ingegneri entrano, escono senza cerimonie e senza nemmeno picchiare all'uscio là dove, come un impiegatino qualunque, siede questo profondo pensatore dell'Elettricità. Ed egli seduto sul tavolo, col suo sigaro in bocca, sente tutti, discorre con tutti bonariamente, senza darsi la minima importanza.

Da questo fabbricato, che è il cervello dell'Ufficio, passiamo ai diversi riparti. Dapprima attraversiamo ampie fonderie di ghisa e di bronzi, quindi le gallerie delle macchine operatrici. Osservo che vi sono pochissimi torni a piatto verticale, quasi tutti a piatto orizzontale, poi folle di trapani radiali, pialle e utensili mobili, numerosissime frese. E tutte queste macchine camminano con una velocità che da noi sembrerebbe pericolosa; la fretta fa spingere al limite la produttività di ciascun organo. Attorno alle macchine pochissimo personale, un solo operaio sorveglia ordinariamente tre o quattro macchine.

La sala di lavorazione delle grandi dinamo contiene fra le altre cose una piattaforma lunga una trentina di metri, larga otto o dieci, dove

i pezzi voluminosi sono adagiati per le piccole lavorazioni, e le macchine operatrici vengono collocate in giro al pezzo a seconda del bisogno, e sembrano parassiti attorno alla propria vittima.

Attraversiamo il riparto delle lamiere, quello dei trasformatori, ed entriamo in quello degli avvolgimenti, i quali presentano, nel modo in cui vengono eseguiti, qualche diversità dalla pratica ordinaria nostra.

Salvo che per i motori asincroni, gli avvolgimenti sono fatti con bobine preparate prima, e annegate poi nelle dentature del ferro; l'avvolgimento a fili tirati in fori o in tubi isolanti non è usato affatto.

Quindi in un primo riparto vengono preparate le bobine, avvolgendole su speciali ed ingegnosi modelli snodabili che danno subito alla bobina la forma definitiva. Segue un riparto dove vengono imbevute di materiale isolante e compresse a caldo. Poi c'è la finitura.

Il trattamento che comporta compressioni, battiture e sforzi sembra un po' brutale e dà qualche apprensione per le bobine destinate alle alte tensioni.

Sorvoliamo la sala di montaggio, la fabbricazione degli avvolgimenti dei poli, la lavorazione dei pezzi in ottone e bronzo, la quale domanderebbe da sola una giornata per ammirarvi le ingegnossissime macchine-utensili automatiche e veniamo nella sala delle prove.

La G. E. C. è forse la fabbrica che ha dato il massimo sviluppo a questa parte. La sala che serve per il macchinario medio e piccolo,

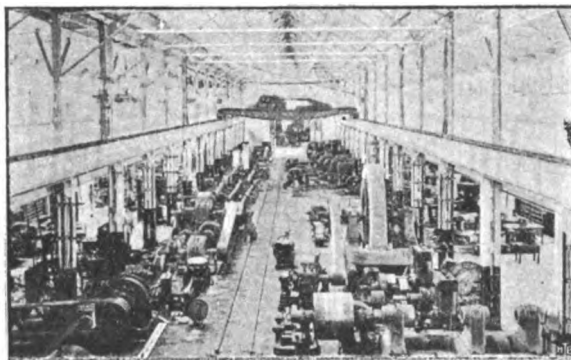


Fig. 2. — Sala di prove della General Electric Co.

eccettuati i motori tram, occupa oltre 3000 mq. e contiene una ventina di riparti destinati ciascuno ad un dato genere di macchine; la potenza disponibile per le prove è di circa 1160 HP in via ordinaria, ma in casi speciali anche una gran parte dell'energia trasmessa dall'impianto idraulico di Mecniville può essere usata per le prove.

Oltre a ciò vi è uno speciale riparto per le prove dei motori dai tram, e nella sala della lavorazione delle grosse macchine è installata una potente motrice, il prolungamento del cui albero è disposto sopra una fossa, in modo, che vi si possano montare le parti giranti delle grandi generatrici.

Continuando il giro, si incontra un riparto fabbri, un riparto falegnami, una officina da cui escono a dozzine i *controllers* per le tramvie e dove si fabbricano interruttori e quadri, poi una fabbrica di cavi in gomma e in carta, poi una manifattura di isolatori in porcellana, una di materiale per linee di tram, un vasto riparto di verniciatura e spedizioni, ecc., ecc. E non è ancora tutto. A Lynn, presso Boston, un secondo vasto opificio contiene altri riparti, e cioè quello delle macchine Brush per lampade ad arco, quello dei piccoli trasformatori, delle lampade ad arco, degli strumenti di misura e dei famosi misuratori Thomson Houston.

La fabbrica di questi strumenti è meravigliosa per la suddivisione del lavoro, e per la bellezza delle macchine operatrici a tale lavorazione destinate; si può veramente assicurare che i misuratori che escono da quella officina non hanno mai fatta la conoscenza di una lima o di un martello.

Infine, ad Harrison si trova la fabbrica delle lampade ad incandescenza.

*

Portiamoci ora nella famosa Pittsburg, nel centro delle industrie metallurgiche, dove accanto alle grandiose acciaierie e fonderie del Carnegie, poco più in là di Bessemer, sorgono le officine della Westinghouse Electric Mfg. Co., la grande concorrente della G. E. C.

Queste officine hanno sotto certi rapporti carattere diverso da quello di Schenectady. La loro parte principale si concentra tutta sotto una sola vastissima tettoia, divisa in tre navate, con ripiani superiori nelle due laterali, come è moda di foggiare attualmente le officine elettrotecniche in Europa.

Il materiale greggio è deposto ad una estremità della tettoia e i pezzi ricevono successivamente le diverse lavorazioni mentre procedono da un capo all'altro, fino che alla estremità opposta vengono verniciati, finiti e imballati.

Soltanto alcune lavorazioni speciali hanno officine apposite. In complesso i modi di lavorazione e il macchinario prodotto non differiscono molto da quello della G. E. C. La differenza principale fra le due fabbriche mi è sembrato consistere piuttosto nelle singole tendenze.

Quantunque l'elettricista capo della Westinghouse sia lo Scott un vero valore, noto per i suoi trasformatori di sistemi polifasi e per gli interessanti studi sulle altissime tensioni, vi è nella Westinghouse una tendenza a tenersi alla produzione del macchinario tipo, di ciò che è già noto come buono e di riuscita sicura, piuttosto che di lanciarsi alla ricerca di cose nuove. Il fatto deve dipendere dalle viste dei finanziieri che ne sono a capo.

Nella G. E. C. domina invece uno spirito attivo di ricerca e di progresso, e si può davvero affermare che essa è per ciò alla testa del movimento e del progresso dell'elettrotecnica americana.

A fianco di questi due colossi sussistono e fioriscono altre fabbriche minori, sfuggite al loro assorbimento, e dedicate a specialità diverse.

Fra le più notevoli è la Western Electric Co., di Chicago, la cui specialità principale è dei telefoni e telegrafi, ma che costruisce anche piccolo macchinario a corrente continua, quadri, lampade e la bella macchina Fort Wyne per lampade ad arco in serie.

Quantunque di minor importanza, è anche questo un opificio di una discreta estensione, e dove, chi si occupa di macchine operatrici, potrebbe consumare ore ed ore in modo proficuo ed interessante.

La Sprague Electric Co. e la Crooker Wheeler, l'una a Wattsessing, l'altra ad Ampère, ambedue presso New-York, si dedicano esclusivamente alle macchine a corrente continua, ed in questa specialità hanno toccato un grado di perfezione assai raro. Difficilmente l'occhio ritrova come nelle macchine di queste Case, una più completa estetica di disegno ed una lavorazione più finita ed accurata.

La Casa Sprague costruisce poi specialmente un gran numero di ascensori elettrici.

L'ascensore nelle case d'abitazione e nei fabbricati destinati ad uffici è in America comunissimo, ed in molti casi sostituisce completamente le scale. E infatti non si potrebbe comprendere la praticità degli edifici destinati esclusivamente ad uso di uffici di 20, 25 e perfino 32 piani, senza un mezzo rapido e comodo per salire e scendere.

Nel modo stesso che queste costruzioni d'altezza sproporzionata rappresentano un ripiego trovato nella terza dimensione ad una deficienza riscontrata nelle dimensioni orizzontali, così gli ascensori rappresentano le tramvie di queste nuove aree artificiali. Perciò importa che siano veloci, e infatti si innalzano a velocità che toccano i 2 metri al 1".

Nei fabbricati più importanti poi ve ne sono parecchi: uno che fa servizio diretto, per esempio, fino al 15° piano e servizio omnibus dal 15° in su, un altro diretto fino al 20° e omnibus dopo e così via.

Molti di questi ascensori sono a motori elettrici e la velocità elevata

e la lunghezza della corsa sono ottenute impiegando il principio della taglia, ma alla rovescia di quanto si fa ordinariamente. Spostando l'uno



Fig. 3.



Fig. 4. — La casa di 32 piani.

relativamente all'altro i due gruppi di puleggie della taglia si ottiene la moltiplicazione di uno spostamento relativamente lieve e lento.

Gli accessori, i sistemi di sicurezza e di segnalazione sono tutti studiati con molta cura e funzionano alla perfezione.

È assai interessante per la sua ingegnosità un tipo di ascensore per abitazione e alberghi, il quale viene manovrato dal passeggero stesso. Premendo un bottone il passeggero si fa venire l'ascensore al piano dove si trova; entratovi, non ha che a premere il bottone indicato col numero del piano a cui vuol andare per esservi regolarmente portato.

*

Tali dunque le fabbriche grandiose, imponenti da una parte, specializzate ed accurate dall'altra; quali i prodotti?

Macchinario elettrico americano ne avrete visto. Si caratterizza per le linee eleganti e decise, per una sana estetica delle macchine e per una finitura accurata e minuziosa, sono macchine solide e belle. Questa finitura del macchinario fa spesso vivo contrasto col modo con cui viene poi installato.

L'alternatore americano poco differisce ormai nelle sue parti essenziali dal tipo che chiameremo europeo, quello a indotto esterno fisso e induttore a stella di poli. La sola Stanley Co. continua a fabbricare tipi a circuiti tutti fissi, senza però arrivare, a quanto sembra, a risultati migliori dei costruttori del vecchio mondo.

I piccoli alternatori vengono spesso costrutti a indotto girante e in alcuni si usa la eccitazione compound; si dispone cioè sull'armatura un piccolo trasformatore di corrente e si raccoglie la corrente del secondario attraverso un raddrizzatore ordinario Siemens. Questa corrente, diventata continua e che è proporzionale a quella fornita dall'alternatore, circola in un avvolgimento ausiliare del campo.

L'uso del cosiddetto trasformatore di corrente, di cui il primario composto di poche spire è inserito in serie nel circuito principale, si va diffondendo, specie per apparecchi automatici e di misura; nel caso degli alternatori piccoli, il trasformatore di corrente, col ridurre la tensione a cui la corrente ausiliare viene commutata, ha permesso una elegante soluzione della regolazione automatica di queste macchine.

Ma la macchina che è oggidì il prodotto americano più interessante, quantunque sia nata in Europa, è la convertitrice, il « rotary-converter ».

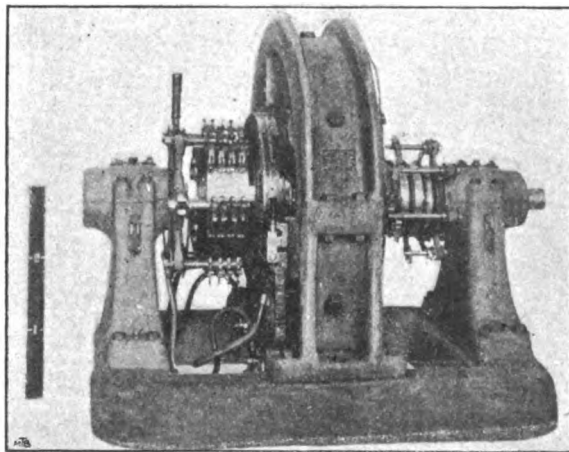


Fig. 5. — Rotary-converter.

Questa macchina ingegnosa nel suo principio, non ha avuto successo in Europa forse perchè nata troppo presto, e solo dopo lunghe prove ed esperienze è addivenuta negli Stati Uniti ad un raro grado di perfezione. Essa è impiegata assai comunemente e si può dire che sostituisce completamente i nostri gruppi motore-dinamo.

I vantaggi che si reclamano sono un rendimento maggiore, un costo minore, un minore spazio occupato e semplicità di esercizio. Il rendimento del 95 0/0 sopra tipi da 250 Kw. fu riscontrato spesso; se si tien conto del 96 0/0 dei trasformatori necessari a ridurre la tensione, si ha un rendimento totale del 91 0/0, mentre in un buon gruppo, motore-dinamo, il rendimento non sorpasserà facilmente l'87 0/0. Come peso il « rotary » è poco più della metà di un gruppo motore-dinamo ed è quindi vantaggioso come spazio occupato e come costo.

C'è però un inconveniente che attutisce un po' gli entusiasmi, il fenomeno dell'*hunting*. È quel fenomeno singolare che si presenta nei motori sincroni, specie a basso carico, per cui essi, anzichè girare tranquillamente, assumono una velocità pulsante, emettendo un suono periodico caratteristico e assorbendo correnti anch'esse pulsanti. Il periodo di queste pulsazioni è generalmente dell'ordine al minuto secondo.

Nei « rotaries » questo fenomeno è spesso molto più accentuato che nei semplici motori sincroni, e più si perfeziona la macchina, più si fa sentire. La spiegazione non è ancora data. Appare come un'azione risultante da parecchie azioni magnetiche e meccaniche, per cui la massa in moto che dovrebbe tenersi sempre affacciata ad una certa posizione del campo girante, oscilla invece intorno a questa posizione.

Vi sono parecchi sistemi per ammorzare e ridurre questi movimenti perturbatori, ma tutti poco soddisfacenti.

Poi c'è un altro inconveniente: il « rotary » non riesce bene per frequenze elevate. A 25 cicli il « rotary » è perfetto, a 60 è una macchina che vale poco. E ciò si comprende pensando che con 12 poli un « rotary » a 60 cicli fa 600 giri, e per ridurre a 450 giri la velocità, occorrono 16 poli. Ora, una macchina a corrente continua, a 450 giri e 16 ordini di spazzole, domanda un collettore piuttosto grande, quindi la velocità periferica ne diventa assai elevata e il funzionamento poco soddisfacente.

Un altro apparecchio che, per opera dello Steinmetz, si va esumando è il raddrizzatore: il vecchio *punchateur* di Houtin e Leblanc, l'apparecchio del Ferranti e del Pollack. Uno di questi apparecchi funzionava già da un paio di mesi a Brooklyn, con grande soddisfazione, per un circuito di lampade ad arco. Non ha nulla di specialmente diverso dai ben noti apparecchi; ma, mi diceva lo Steinmetz, che la grande difficoltà da superare, stava nel motorino sincrono necessario per far funzionare l'apparecchio, difficoltà che egli ritiene di aver superata.

Lo Steinmetz ha composto un altro apparecchio che sta entrando attualmente nella pratica, il trasformatore di frequenza. Esso è divenuto

necessario in seguito all'impiego della frequenza 25 per le trasmissioni d'energia; quando si voglia fare della luce elettrica su tali impianti, è necessario o trasformare a corrente continua o elevare la frequenza. Allora, generalmente viene prescelta quella di 60 cicli, giacchè ormai negli Stati Uniti si delineano nettamente due valori « standard » della frequenza, 25 e 60. Il trasformatore di frequenza si compone di due macchine accoppiate: di un motore sincrono cioè che riceve la corrente, diciamo a 25 cicli, e di un motore asincrono che riceve egualmente nello *stator* la corrente a 25 cicli; il motore sincrono muove il *rotor* dell'asincrono a controcampo, inducendovi una frequenza che è funzione del numero relativo di poli dei due motori. Per tal modo, nella trasformazione, una parte dell'energia passa meccanicamente da un motore all'altro, ma una grande parte passa invece elettromagneticamente dallo *stator* al *rotor* del motore asincrono.

La Wagner Mfg. Co. di St. Louis Mo. produce un motore monofase che è degno di nota. È uno dei tanti motori a corrente alternata derivati dal motore in serie a corrente continua e di cui ogni più modesto inventore vanta l'invenzione: ma ha di speciale e di pregevole che è l'unico che sia stato adottato in pratica. Infatti è il motore esclusivamente usato sulla rete di distribuzione di St. Louis, dove ne sono installati da 1½ fino a 40 HP di forza.

La parte fissa di questo motore è avvolta come lo *stator* di un motore monofase asincrono: la parte mobile è avvolta come quella di un motore a corrente continua con un piccolo collettore piano radiale.

Nell'interno dell'armatura si annida un apparecchio a forza centrifuga assai bene concepito, destinato a forzare un anello di rame contro la parte interna del collettore e a sollevare le spazzole quando una certa velocità sia raggiunta. Le spazzole sono chiuse in corto circuito fra di loro. Quando la corrente vien fatta circolare nello *stator*, il motore s'avvia per la reazione delle correnti indotte nell'armatura: raggiunta la velocità voluta, l'intervento dell'apparecchio a forza centrifuga mette il motore nelle condizioni di un ordinario asincrono.

Si capisce come traendo partito dalla resistenza e dalla self-induzione del circuito dell'armatura si può arrivare ad una coppia d'avviamento abbastanza energica. È un motore che può tornare utile in alcune reti monofasi sulle quali si voglia installare qualche motore.

Vi sono parecchie novità negli apparecchi da quadro: delle principali parlerò, passando in rassegna gli impianti: però, voglio qui accennare ad alcuni principii che si vanno affermando.

Uno di questi consiste nella tendenza ad usare interruttori auto-

matici in luogo di valvole, specie per impianti ad alta tensione: tendenza che rappresenta un vero e proprio progresso e che, realizzata su larga scala, porterà certamente un miglioramento notevole nell'esercizio degli impianti a tensioni elevate.

Altro è quello dell'impiego dei comandi a distanza. Lo scopo di ciò è di riunire il comando di tutto un quadro per quanto complesso e vasto, in un piccolo spazio in modo che un solo operatore premendo dei bottoni o girando delle leve, possa manovrare tutti gli apparecchi, anche se posti in locale apposito e lontano. La trasmissione è fatta con elettricità, aria compressa od olio sotto pressione.

È sorta quindi tutta una nuova industria di interruttori, di regolatori, di intercalatori per batterie, tutti a movimento elettrico e pneumatico.

È anche questa una tendenza che cambierà l'aspetto dei quadri delle nuove installazioni e porterà notevoli semplificazioni.

*

Le Società di illuminazione elettrica che appena nota l'invenzione di Edison, sorsero numerosissime in ogni luogo, hanno subito anche esse il processo della *Consolidation* e da tante piccole e separate si sono riunite in poche e potenti. La Edison di New-York, per esempio, ha assorbito 10 o 12 altre Società, e già nel 1897 alimentava oltre 400.000 lampade ad incandescenza, 8000 archi e motori per circa 20.000 HP di forza.

E come è avvenuto a New-York, così avvenne a Brooklyn, a Boston, a Chicago ed in tutte le grandi città.

Quando per tal modo una grossa Società ne abbia assorbite parecchie piccole, si trova in possesso di reti esercite con sistemi diversi, le une con alte, le altre con basse tensioni, le une a corrente continua, le altre a corrente alternata, e di macchinario vecchio d'ogni genere. È necessario allora procedere ad un lavoro di riordinamento e di unificazione. Le vecchie officine, cacciate fin dai primi tempi della luce elettrica, nei centri popolosi dove il trasporto del carbone è malagevole e costoso, non hanno ormai più ragione di essere: al concetto delle piccole stazioni generatrici indipendenti si costituisce quello della generazione in un centro unico, situato laddove il trasporto del carbone è economico e l'acqua di condensazione facile a raggiungere: si arriva così alla costruzione di quelle immense stazioni generatrici a vapore che, sia per la illuminazione, che per la trazione, vanno oggidì sorgendo in America.

Queste grandi stazioni dove devono generarsi 50, 70 o 100.000 HP, contengono in generale impianti a correnti trifasi ed alte tensioni: la distribuzione poi viene fatta da sottostazioni, ed il più delle volte con trasformazione in corrente continua.

La tendenza a conservare la corrente continua per la distribuzione è un fatto che può sorprendere in un paese così progressista come l'America: mi è parso che esso sia dovuto in gran parte alla lega delle Società Edison, la quale rappresenta un elemento alquanto conservatore.

Ho avuto occasione di assistere all'ultima riunione annuale della Associazione delle Società Edison e queste sedute mi hanno immensamente interessato per il carattere intimo e sincero delle discussioni che vi si tengono. Gli uomini là convenuti lavorano tutti in vie parallele, ma in città, in regioni diverse: quindi la sola concorrenza che può esistere fra loro, sta nell'ambizione di ciascuno di superare gli altri nel successo: si aggiunga poi che lo spirito americano è poco proclive alle invidie ed agli astii personali, e si potrà facilmente comprendere quanto utili possano essere queste riunioni. Ciascuno vi porta i risultati delle proprie esperienze, delle proprie osservazioni, e contrappone i risultati che egli ha ottenuti a quelli dei colleghi, persuaso che come oggi offre agli altri i benefici del proprio lavoro, domani potrà profittare di quello degli altri.

L'influenza di questa Associazione deve essere stata grande nel portare i servizi di illuminazione elettrica al grado di avanzamento che hanno oggi raggiunto. Uno dei suoi risultati è, per esempio, l'istituzione del Lamp. Testing bureau, un laboratorio dove passano tutte le lampade ad incandescenza destinate alle diverse Società Edison degli Stati Uniti e dove subiscono una prova seria ed accurata prima di essere accettate.

Ebbene questa Associazione che comprende gli elettricisti più vecchi degli Stati Uniti, quelli che possono vantare d'essere discepoli diretti di Edison, rappresenta un po' l'elemento conservatore dell'elettrotecnica.

Nelle sedute alle quali ebbi la fortuna di assistere, la questione della preferenza da dare alla corrente continua piuttosto che alla alternata, venne in campo parecchie volte e quasi tutti i presenti convennero che per la distribuzione, specie ai quartieri molto densi, la corrente continua era da preferirsi.

L'argomento più serio in favore di ciò, è quello della possibilità di usare di accumulatori, cosa assai importante in un impianto a vapore. A parte ciò, gli altri argomenti sono di ordine un po' opportunistico e personale.

Infatti oramai la corrente continua è entrata nel dominio del pubblico. I motori a corrente continua sono di uso comunissimo, e numerosi sono gli accessori, i sistemi studiati e perfezionati appunto per i motori a corrente continua, mentre non lo sono affatto per quelli a correnti alternate o polifasi. Inoltre la corrente continua tutti la conoscono e la sanno maneggiare: non ci sono self-induzioni, né spostamenti di fase, nè effetti di capacità: tutto procede liscio e bene e chiaro: perchè dunque cambiare?

La Edison di New-York sta ora compiendo il lavoro di unificazione dei numerosi impianti di cui si è trovata padrona, ed ha intrapresa la costruzione di una grande stazione di 60.000 HP che sorgerà lungo il fiume all'altezza della 61^a strada.

Le grandi stazioni di questo genere si assomigliano tutte nelle linee generali. La sala delle macchine e quella delle caldaie sono parallele e contigue: i magazzini di carbone al disopra del locale delle caldaie.

Tutto un macchinario speciale è disposto per il convogliamento del carbone. Sacche e norie che discendono a prendere il carbone dalle chiatte e lo consegnano ad altre norie inclinate che lo trasportano nella parte superiore del fabbricato, dove lo depongono su tele continue. Da queste il combustibile è fatto cadere in ampi truogoli di lamiera dove rimane in deposito. Nel fondo di ciascun truogolo è innestato un tubo che scende fino alla fronte della caldaia. L'estremità del tubo è provvista di un apparecchio pesatore dal quale poi il carbone cade nel recipiente del caricatore automatico.

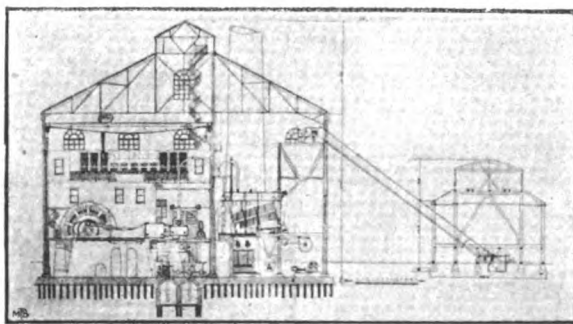


Fig. 6. — Sezione di un'officina elettrica americana.

Le caldaie sono quasi esclusivamente del tipo multitubolare inesplosibile, messe, se occorre, su due piani sovrapposti: nel sotterraneo c'è un sistema automatico per convogliare le ceneri. La mano d'opera

necessaria è ridotta così ai minimi termini: ho visto un impianto di 16 caldaie sorvegliato da due fuochisti.

Passando nella sala delle macchine si resta attoniti dinanzi ai colossi che vi si trovano ammassati e racchiusi. Sono motrici verticali

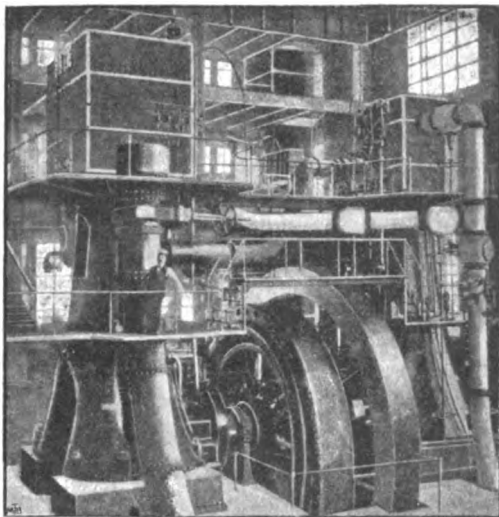


Fig. 7. — Motrice e dinamo di 5000 Kw.

da 5000 HP a tripla espansione che azionano alternatori trifasi a 6000 o 10.000 volt. Fanno in generale 75 giri e possiedono un volano le cui razze sono connesse a quelle della parte mobile delle dinamo per diminuire gli sforzi sull'albero: un'idea abbastanza buona.

Un fatto che può causare a noi una certa meraviglia sono le difficoltà che riscontrano ancora i nostri colleghi di laggiù nella marcia in parallelo degli alternatori, specie con le grosse unità. Non voglio dire che non ci riescano: ma mentre da noi la questione della marcia in parallelo è considerata risolta in modo completo, gli ingegneri americani ve ne parlano con un'aria piuttosto preoccupata e si interessano assai delle notizie che potete dar loro in proposito.

Queste difficoltà sembrano dipendere dal funzionamento poco perfetto dei regolatori delle macchine a vapore a velocità ridotta. In ogni modo sarà, come altrove, un disturbo passeggero.

I quadri destinati a comandare, regolare e distribuire queste rilevanti quantità di energia presentano un interesse speciale: giacchè sotto la tensione di 6000 volt si tratta di interrompere e regolare correnti di oltre 360 ampères per ogni macchina. Riconosciuto che il massimo

pericolo nelle manovre proviene dalla confusione degli archi appartenenti ai differenti conduttori del sistema, si pensò che il meglio era separare in modo sicuro i diversi elementi degli interruttori.

Così andando forse un po' oltre i limiti del necessario, ogni interruttore tripolare venne formato da tre camerette in muratura di discreta capacità, in ciascuna delle quali è annidato l'interruttore di uno dei conduttori della corrente trifase. L'interruttore è fatto diversamente a seconda delle case costruttrici. Le une sono fautrici dell'interruzione nell'olio: quindi l'interruttore consiste in una spina che si apre in una vaschetta d'olio: le altre, invece, preferiscono gli interruttori ad arco aperto nell'aria e costruiscono quindi degli interruttori a leve che richiamano dei semafori a lunghe braccia. Il tempo dirà quale sarà il sistema migliore; ma il lasciar sviluppare, sia pure in una cameretta chiusa, un arco che rappresenti 5000 HP d'energia a 10.000 volt, non sembra la cosa più sicura di questo mondo.

L'esperienza di questi interruttori sarà tanto più interessante in quanto che dovranno servire anche da interruttori automatici di sovraccarico.

Quadri di tale sorta non sono certo manovrati direttamente a mano: l'aria compressa o l'elettricità sono chiamati in aiuto. Da un posto centrale, l'elettricista a mezzo di leve o bottoni, governa il tutto: per di più dei *relais* di sovraccarico pensano a salvare le macchine dalle domande troppo forti di energia, facendo aprire gli interruttori principali. La distribuzione da queste stazioni generatrici alle convertitrici è fatta con cavi, anche se la tensione tocca i 10 o 11.000 volt, come a Brooklyn e nell'impianto della Manhattan Ry Co. di New-York.

Le distribuzioni secondarie sono anch'esse fatte con cavi armati in piombo e tirati in tubi di cemento o di ferro che mettono capo in apposite camerette.

Il sottosuolo delle grandi città come New-York, Chicago si trova in tale disordine che la posa dei cavi incontra difficoltà gravissime. Tubi di gas, d'acqua e di fognatura si incrociano nel modo più bizzarro, testimoni di impianti affrettati e da nulla disciplinati.

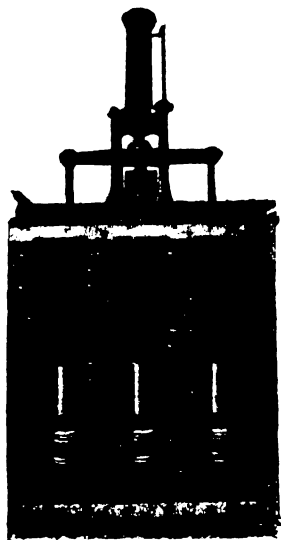


Fig. 8. — Interruttore ad olio della General Electric Co.

Le camerette di servizio dei cavi elettrici sono spesso invase dal gas che sfugge dalle canne, o inondate d'acqua, spesso cavi di diverse Società devono acconciarsi a penetrare nelle medesime camerette nelle quali si finiscono ad avere tensioni alte e basse, sistemi di correnti diversi. L'impianto e la manutenzione delle reti sono quindi oltremodo malagevoli e costosi.

Mentre negli impianti stradali regna questo stato di cose, negli impianti interni ai fabbricati vi è una accuratezza, una finitura di lavoro che fa con quelli uno strano contrasto. Ma l'America è il paese dei contrasti.

Per una prescrizione dei Governi non sono permessi impianti interni con fili in vista, e ciò per le gravi conseguenze che hanno gli incendi. Tutti i fili sono tesi in tubi di ferro annegati nel muro: i fili diramano sempre da piccoli quadri racchiusi in camerette d'ardesia, gli interruttori non sporgono dal muro, non si usano treccie nè fili volanti. Sono impianti che riescono assai eleganti e sicuri: ma costano da 10 a 15 volte i nostri.

Giacchè ho parlato più specialmente della Edison di New-York, aggiungerò che a cose finite la distribuzione verrà fatta con 12 sotto-stazioni di convertitrici munite di batterie d'accumulatori. Soltanto in una zona un po' lontana si impiegherà la corrente trifase: sarà un caso in cui si dovrà ricorrere ad una trasformazione di frequenza, perchè con 25 cicli al 1" non si può fare una buona illuminazione.

*

Chicago e St. Louis si distinguono dalle altre città per i sistemi di distribuzione delle loro Società Edison.

La Edison di Chicago si è mostrata la più affezionata alla corrente continua; perchè avendo essa in origine una stazione posta nel centro della città e volendone in seguito costruire una situata in riva ad un canale dove il carbone può essere facilmente ed economicamente convogliato, ha risolto il problema nel modo seguente:

Generazione a corrente continua, sistema a 3 fili, a 2×140 volt, trasmissione di detta corrente alla primitiva stazione centrale, dove venne installata una grande batteria di accumulatori, la più grande degli Stati Uniti: da qui distribuzione colla vecchia rete.

La perdita nella sola trasmissione fra le due stazioni tocca in certe ore il 20 0/0, con una cifra spaventosa di tonnellate di rame seppelitte nel suolo.

La Edison di St. Louis è invece una ribelle: non usa la corrente

continua che per eccitare alternatori. Le correnti usate sulla rete sono monofasi a 2000 volt.

Dalla stazione partono numerosi *feeders*, ciascuno dei quali alimenta un solo trasformatore. La rete secondaria dei trasformatori è invece tutta interconnessa. Su ciascun *feeder* è montato un regolatore ad autoinduzione, e manovrando questi regolatori si può mantenere un perfetto equilibrio nella rete. Inoltre quando un trasformatore si guasta non pregiudica menomamente la continuità del servizio.

*

Nella illuminazione pubblica è in voga oggidì la lampada ad arco racchiuso ed a lunga durata. La possibilità di installare archi isolati su condutture a 110 e 220 volt e specialmente il risparmio della mano d'opera per il ricambio dei carboni, hanno reso subito popolare questo tipo di lampada. Quantunque la sua luce sia più uniformemente diffusa di quella delle lampade ad arco aperto, pure è molto meno brillante, specie per l'illuminazione stradale.

In genere gli Americani preferiscono per l'illuminazione stradale ad arco la corrente continua.

Attualmente le vecchie dinamo Thomson sono già scomparse dalle officine e sostituite colle magnifiche dinamo Brush a circuiti multipli.

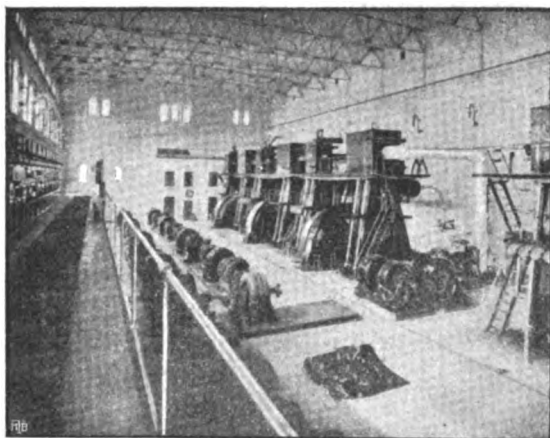


Fig. 9. — Stazione per lampade ad arco a Boston.

Notevole fra gli impianti di questo genere è quello di Boston nel quale la generazione è fatta da grossi alternatori bifasi a 2000 volt; e nella sala stessa sono allineati 18 gruppi formati ciascuno da un motore trifase sincrono che aziona due dinamo Brush.

È la sostituzione delle trasmissioni elettriche alle trasmissioni meccaniche usate prima in questo genere di officine, nelle quali da un lunghissimo contralbero carico di puleggie e giunti si comandavano per cinte dozzine di dinamo.

Non mancano però esempi di impianti di lampade ad arco a correnti alternanti, ed anzi vi sono delle novità interessanti in questo campo.

Anzitutto v'è il sistema di lampade in serie a corrente costante con trasformatori ad autoregolazione applicato su vasta scala a Hartford.

Questi trasformatori ad autoregolazione hanno il circuito secondario mobile e sospeso ad un bilanciante, munito di contrappesi. I due avvolgimenti sono ravvicinati nella posizione di riposo e quando il trasformatore è percosso dalla corrente la reazione fra primario e secondario tende ad allontanarli. I contrappesi sono aggiustati in modo che le bobine non possano muoversi che quando sia raggiunta nel secondario la corrente normale di lavoro, diciamo 16 ampères. Se per lo spegnimento di qualche lampada la resistenza del circuito scema, la corrente tende a crescere e le bobine del trasformatore si allontanano. Questo allontanamento aumenta le perdite magnetiche del trasformatore, la f. e. m. secondaria cade e la corrente riprende il valore normale.

Ad Hartford il sistema funziona perfettamente con circuiti di 100 lampade per ogni trasformatore.

A St. Louis si è invece tentato un sistema che può essere chiamato a potenziale costante, giacchè i circuiti di lampade da 50 in serie per ciascuno, sono connessi alle sbarre dell'officina che forniscono corrente alternate a 2000 volt. Una reattanza comandata a mano serve a regolare una volta tanto ciascun circuito a seconda del numero di lampade installate. Il funzionamento, a quanto si può giudicare ad occhio, sembra ottimo, tanto che c'è da chiedersi se veramente quella del trasformatore autoregolatore non sia una complicazione ispirata ad un concetto troppo elevato della perfezione.

*

Veniamo ora alla trazione elettrica, la quale ha assunto negli Stati Uniti uno sviluppo più rapido ed importante che in qualunque altro paese del mondo.

Per ben comprendere il carattere del servizio tramviario americano, è necessario avere presente la conformazione delle città e le consuetudini di vita degli abitanti.

In generale, le città americane constano di due parti ben distinte:

quella destinata al lavoro e quella destinata alle abitazioni. La prima è composta di una folla di edifici immensi e grandiosi, allineati su straducce anguste e oscure; è questo il cervello della città, il centro dove si trovano tutti gli Uffici, le Banche, le Società d'assicurazione, dove vive la vita affrettata e nervosa delle metropoli.

L'altra parte, quelle delle abitazioni, presenta un aspetto tutt'affatto diverso. Sono centinaia di casette disseminate fra gli alberi o allineate lungo larghi viali, ricche alcune di una architettura elegante e bizzarra, modeste le più e spesso costrutte in legno. Qui abita e viene a cercare riposo l'Americano dopo l'affannoso lavoro della giornata.

Data questa separazione logica e sana della città nelle sue parti elementari, ciascun individuo deve provvedere a portarsi al mattino al suo posto di lavoro, per ritornare poi la sera alla sua abitazione. Le distanze sono grandi, data la estensione che assumono i quartieri delle abitazioni, e la gente da portare è molta.

I mezzi di trasporto sono svariati: le ferrovie ordinarie, le ferrovie elevate, i tram, i vaporini.

I tram sono in generale i preferiti, perchè rappresentano il mezzo più alla mano e si avvicinano maggiormente all'ideale della distribuzione delle persone a domicilio.

La mattina dunque fra le 6 e le 10 i tram trasportano tutta questa popolazione al centro. Dapprima sono gli operai, poi gli impiegati subalterni; seguono gli impiegati superiori, i professionisti, poi i direttori ed i proprietari. Ma la sera fra le 5 e le 6 alla chiusura degli studi tutti si riversano indietro: allora non vi sono più distinzioni di classe: tutti si precipitano insieme.

I tram di New-York, di Boston, di Chicago presentano a quest'ora uno spettacolo dei più interessanti. Ai capi di linea è un vero assalto ai carrozzoni, una folla di gente staziona dove la carrozza si ferma e a viva forza e con lotta operai, padroni e gentili miss guadagnano il loro posto. I carrozzoni si susseguono ai carrozzoni, fitti, serrati; le vetture non sono complete sino a quando uno non ci può più materialmente entrare dentro o aggrapparvisi in qualche modo. Passeggeri seduti dentro, passeggeri in piedi, nell'interno, sulle piattaforme stracariche, sui predellini, sui repulsori: non c'è proprio più posto per nessuno.

Pur di andare e di andare in fretta, gli Americani si acconciano a tutto: sanno che se vogliono attendere per trovare un buon posto l'attesa dovrà essere lunga; dunque avanti alla meglio, purchè si vada.

Boston ha sotto questo aspetto una conformazione ancor più speciale delle altre città, perchè essa è circondata da nove o dieci altre

città importanti, come Charleston, Cambridge, Lyun, Chelsea, Brookline, Somerville, ecc., per le quali essa è il centro d'affari, il porto, l'emporio generale.

Le strade non essendo molto larghe, l'ingombro di tram, carri e pedoni aveva raggiunto uno stato tale che non si poteva andare più oltre. Fu allora che si costruì quello splendido lavoro di ingegneria che



Fig. 10. — La Subway di Boston.

è la Subway, non una galleria angusta e scura, ma una vera strada sotto la strada, un passaggio ampio, ben areato, ben illuminato colle pareti tutte bianche. La maggior parte delle vetture che vengono dalle città circostanti, penetrano in questa subway fermandosi alle diverse stazioni. Ebbene, da una sola di queste stazioni partono fra le 5 e le 6 di sera 20.000 persone al giorno.

Il lasciar affollare le vetture nel modo che si fa negli Stati Uniti è un inconveniente; e certamente per chi riesce dopo lungo attendere ad entrare in un carrozzone tramviario di Parigi, il viaggio è assai più comodo: giacchè non uno oltre il completo vi può entrare anche se 100 persone attendono da mezz'ora, ma credo che se si fa la somma dei contenti e dei malcontenti, nei due casi, il sistema americano è il più confacente alla felicità umana.

Lo scopo speciale dunque del servizio tramviario negli Stati Uniti gli fa assumere un carattere assai diverso da quello che ha invece, per esempio, a Milano, dove il traffico è pressochè uniforme durante l'intera giornata; là invece ha due massimi bene spiccati, uno al mattino, uno acutissimo la sera, e durante queste ore tutte le vetture

vengono lanciate sulle linee e tutta la forza disponibile nelle officine vien riversata nelle condotture.

Siccome si tratta di far presto ed il personale è interessato nel maggior numero di corse che si fanno, così dov'è possibile, le vetture corrono. Per la stessa ragione partono di colpo e fanno arresti subitanei, per modo che i viaggiatori che si trovano in piedi all'interno attaccati alle correggette, ruzzolano continuamente gli uni sugli altri. Ma non ci badano e tutt'al più ridono se il ruzzolone è più forte del solito.

Malgrado le velocità elevate che assumono i carrozzoni anche nelle vie dove il traffico è molto intenso, gli accidenti e le disgrazie sono relativamente poco frequenti. Ciò si deve principalmente all'ordine con cui procede la circolazione, tanto dei pedoni, quanto dei veicoli. Il pubblico sa che deve stare sui marciapiedi e ci sta, e i *policemen* con mezzi più o meno gentili obbligano i veicoli a tenere la loro strada.

Il materiale tramviario è in generale poco elegante: i carrozzoni sono di preferenza del tipo lungo a due carrelli con 60, 70 posti a sedere, sedili spesso in legno o coperti di tappeti.

Delle linee aeree è bene non parlare. In genere gli Americani sono

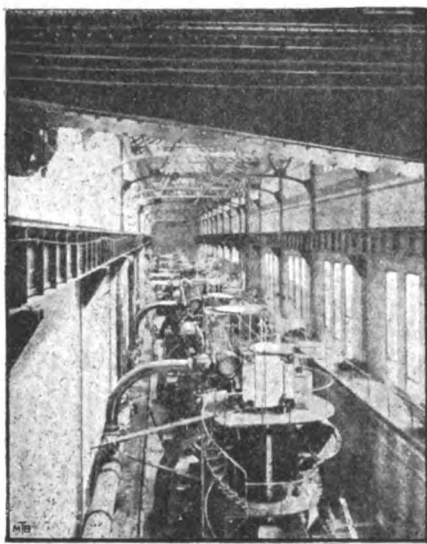


Fig. 11. — Stazione generatrice della Chicago Elevated Ry.

poco forti in questo genere di lavori; le loro linee aeree hanno sempre l'apparenza di un lavoro provvisorio sul quale si sieno poi fatte delle correzioni anch'esse provvisorie.

Intorno agli equipaggiamenti elettrici, motori ed apparecchi, non ho novità da raccontare; perchè questo genere di materiale, anche quando ci viene dalla Germania, è sempre americano nelle forme, nel concetto e nei particolari.

È notevole l'uso frequente di freni elettrici e anche ad aria compressa, e quello delle piattaforme chiuse, specie nelle linee interurbane.

Le stazioni generatrici se vecchie non presentano grande interesse; se nuove assomigliano assai a quelle delle grandi Società d'illuminazione.

A New-York vi sono due Società di trazione, la Metropolitan Electric Co. e la Third Avenue Co.: la prima ha quasi ultimata una stazione

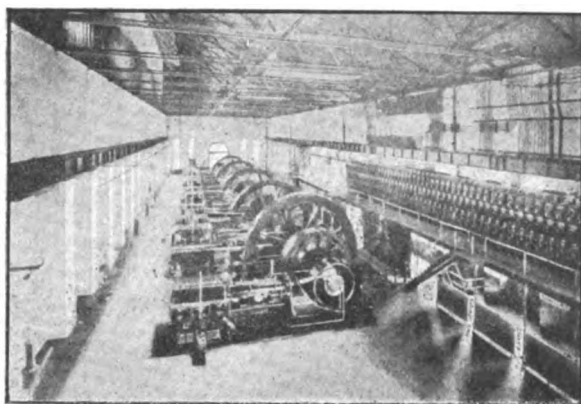


Fig. 12. — Stazione generatrice del vecchio tipo.

di 50.000 IIP a vapore, la seconda ha già messo le fondazioni d'una stazione che completa potrà darne 100.000.

Se si aggiunge ora il prossimo impianto che farà la Manhattan Elevated Co. di altri 50.000 IIP, si hanno per la sola trazione elettrica interna di New-York City 200.000 IIP.

Queste grandi stazioni sono a correnti trifasi, ad alta tensione e trasmettono per cavi sotterranei l'energia a parecchie sottostazioni, dove delle convertitrici la trasformano a corrente continua 550 volt.

La Metropolitan di New-York avrà sei di queste sottostazioni.

*

Il sistema di trazione più comune negli Stati Uniti è quello a filo aereo.

Soltanto New-York e Washington hanno il sistema a conduttura

sotterranea, perchè imposto dal Governo: a New-York per l'impaccio che i fili apportano ai pompieri nello spegnimento degli incendi così frequenti e disastrosi, a Washington per la preoccupazione di non guastare la supposta estetica di questa capitale costrutta dietro ordinazione. In ambedue le città il sistema a contatto sotterraneo funziona con piena soddisfazione, tanto che se non fosse pel costo elevatissimo della posa e per le difficoltà gravissime che si incontrano per gli ingombri del sottosuolo, si potrebbe chiamare un sistema perfetto.

Non esiste negli Stati Uniti che una sola linea esercita ad accumulatori, e questa è una esterna di Chicago che ha in esercizio 25 vetture da due anni.

Ma sembra che neanche in America si abbia molta fiducia nella trazione ad accumulatori, perchè mentre ferve una grave lotta fra le Società Tramviarie di Chicago stesso ed il Municipio perchè questo vorrebbe imporre nel centro le condotture sotterranee, e quelle vorrebbero il *trolley* aereo, nessuno pensa a proporre invece la trazione ad accumulatori.

L'uso degli accumulatori si estende invece nelle stazioni centrali, sia come batterie volano, sia più frequentemente come serbatoi posti alle estremità dei *feeders* più lunghi. Queste batterie durante le ore di poco carico assorbono energia per renderla poi nei momenti di massima domanda. Così eguagliano un po' il carico sull'officina e riducono la sezione necessaria dei *feeders*.

È notevole lo sviluppo assunto negli Stati Uniti dalle tramvie elettriche, interurbane, le quali hanno quasi ovunque sostituito le tramvie a vapore. Ogni piccola città è connessa colla metropoli più vicina per mezzo del suo *trolley* tanto che è possibile andare da New-York a Boston in *trolley*.

Qualche volta queste tramvie corrono a velocità assai elevate, la Buffalo-Niagara tocca in qualche momento i 60 chilometri all'ora.

Il grande sviluppo di queste linee, dovuto certamente al traffico intenso del paese, non si può spiegare però senza tener molto conto del fatto che le imprese destinate al comodo ed alla utilità del pubblico non incontrano, presso gli uffici governativi, le infinite difficoltà ben note nel nostro bel paese.

*

Una delle applicazioni più interessanti della trazione elettrica è oggi quella delle *Elevated Railways*, cioè di quelle ferrovie che girano per le città sopra una struttura in ferro all'altezza dei primi piani con poca soddisfazione degli abitanti limitrofi.

A Chicago vi sono sei di queste linee e tutte elettriche; a Brooklyn si sta compiendo la trasformazione dalla trazione a vapore a quella

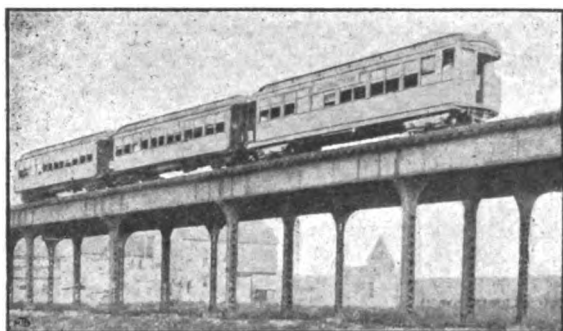


Fig. 13. — Elevated Railroad.

elettrica; a New-York questa trasformazione è decisa e le nuove ferrovie aeree di Boston saranno a trazione elettrica.

Il sistema universalmente adottato è quello a terza rotaia a 550 volt, il quale, salvo qualche corto circuito di tanto in tanto fra le tre rotaie, funziona assai bene. Le condizioni sono però, sotto questo rapporto, ottime; poichè la parte superiore della struttura che sostiene la ferrovia è in legno a traliccio largo sul quale la neve fa poca presa.

L'ultima novità nella trazione di questi treni è il sistema Unit-Multiple immaginato dallo Sprague. Le ferrovie di questo genere hanno stazioni numerose e vicinissime, quindi è necessario che i treni composti di parecchie vetture possano demarrare e portarsi alla velocità di regime colla massima rapidità; a tale scopo è desiderabile che tutte le vetture del treno sieno motrici.

L'Unit-Multiple System è un sistema nel quale un numero qualunque



Fig. 14. — Treno Unit-Multiple.

di vetture motrici ed uguali fra di loro formanti freno vengono comandate tutte da un sol punto del treno stesso.

Se il concetto è semplice non ne è però semplice l'attuazione, ed il sistema Sprague è l'insieme di una serie di travate nuove ed ingegnosissime.

Lo Sprague ha conservato su ciascuna vettura il solito *Controller* per il governo dei motori, ma tutti i *controllers* del treno sono comandabili elettricamente dalle piattaforme di qualunque vettura per mezzo di un piccolo distributore con due posizioni di marcia avanti e due di marcia indietro. Fra questo piccolo distributore ed i singoli *controllers* è frapposto un apparecchio automatico, il quale regola l'avviamento delle vetture, non permettendo che la domanda di correnti superi un certo limite fissato. Vi è poi una disposizione speciale per gli arresti rapidi, onde ricondurre nella posizione di avviamento i *controllers* dei motori quando sia mancata la corrente sulla linea, perchè anche in America di tanto in tanto la corrente manca.

Il sistema oltre all'avviamento pronto che riesce a portare il treno alla velocità di 25 miglia all'ora in 25", domanda un minor consumo di energia per km. e porta ad una migliore conservazione del materiale elettrico.

Anche la G. E. C. e la Westinghouse hanno messo assieme ciascuna un sistema di Unit-Multiple, i quali però sembrano meno riesciti di quello originale dello Sprague, che funziona da oltre un anno a Chicago su 150 vetture.

Come curiosità in fatto di trazione elettrica c'è il tratto della Baltimora e Ohio R. R. che passa in un tunnel sotto Baltimora. È un

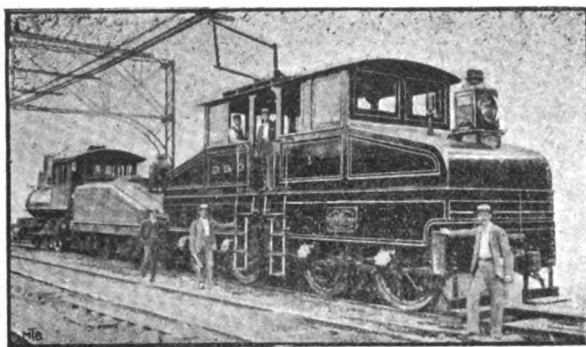


Fig. 15. — Locomotiva elettrica della Baltimore-Ohio.

sistema a trolley nel quale al filo aereo è sostituita una pesante rotaia; fino a che si è sotto il tunnel, la rotaia è fissata alla volta e la cosa va, ma quando se ne esce la rotaia deve essere in qualche modo

sospesa; vi è quindi una vera e propria struttura metallica che dà l'idea d'un ponte sospeso messo alla rovescia.

Lo scopo di questa tratta di ferrovia elettrica è di rimorchiare i treni interi attraverso il tunnel che si trova in pessime condizioni di ventilazione. Vi sono dunque delle locomotive elettriche che rimorchiano treno, locomotive a vapore e tutto quanto.

*

Veniamo infine agli impianti idroelettrici ed alle trasmissioni di energia a distanza. Tolto il Niagara, le forze idrauliche nella regione orientale degli Stati Uniti che ho visitato, sono assai scarse. Moltissime ve ne sono invece nella California, nel Colorado, nell'Utah e di esse parecchie sono utilizzate per trasmissioni elettriche.

Vi è tuttavia nella parte ovest qualche impianto di una certa importanza, come quello di Mecanicville che fornisce energia alle officine di Schenectady.

Il salto usufruito è di circa 8 metri: una diga in calcestruzzo fa

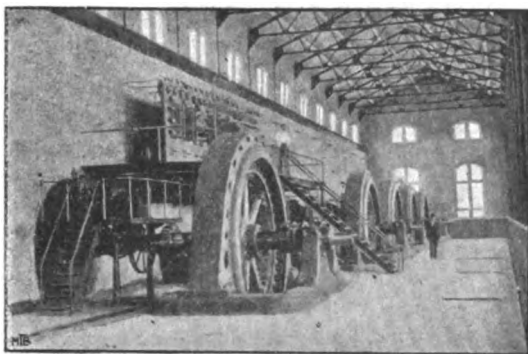


Fig. 16. — Stazione di Mecanicville.

nello stesso tempo da parete dell'officina: le turbine sono a monte, le dinamo a valle della diga e gli alberi l'attraversano in fori muniti di buoni premistoppa.

L'idea di avere le turbine ad asse orizzontale ed a 6 ruote annegate in fondo a un canale di 8 metri di profondità, non ispira molta fiducia. Le unità sono 5 da 750 kw. La tensione delle dinamo 11.000 volt.

Un altro impianto assai importante è quello della Hamilton Power Co. al quale l'Italia ha l'onore di inviare due superbe turbine da 3000 HP uscite dalle officine « Riva Monneret e Comp. » di Milano.

Ma certo, nessun impianto di tal genere è paragonabile per importanza ed interesse a quello classico del Niagara. E con vivo piacere io fermo il mio pensiero sul Niagara, perchè mi riappare davanti lo spettacolo meraviglioso che le famose cascate presentano, spettacolo intensamente pittoresco e grandioso, uno dei pochi in cui le forze



Fig. 17. — Le Cascate del Niagara.

della natura mostrano in modo così sensibile la loro grande potenza. E certamente che l'impressione di questo spettacolo deve essere sempre stata presente a coloro che immaginavano e costruivano l'impianto che era destinato a convertire in una forma utile all'uomo una pur piccola parte delle energie immani di queste cascate. Perchè l'impianto del Niagara è bello, grande e ardito.

E per queste caratteristiche e specie per un'accurata finitura si distingue dagli altri impianti dove nessuna preoccupazione estetica è stata presa, dove il carattere del provvisorio e dell'affrettato si mostra ad ogni dettaglio.

Voi conoscerete certamente quest'impianto e ne saprete quindi i dati principali: caduta utile circa 50 metri, potenza delle unità di macchine 5000 HP: e 10 di tali unità nel fabbricato di primo progetto.

Ricorderete pure come l'officina si trovi al livello del bacino d'ammissione e come le turbine siano calate in fondo ad un pozzo di sezione

rettangolare e comandino le dinamo con alberi verticali di 50 metri di lunghezza. L'acqua scaricata dalle turbine è convogliata da una galleria lunga 2130 metri fino a valle delle cascate.

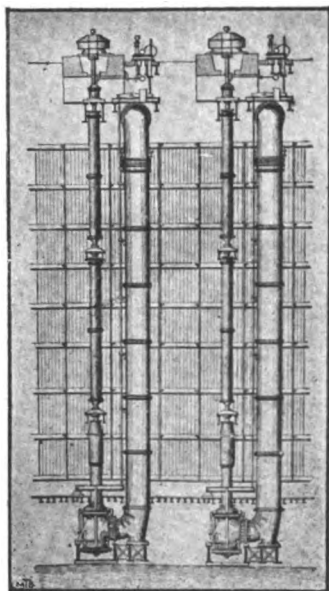


Fig. 18. — Disposizione delle turbine e delle dinamo nell'impianto del Niagara.

Un progetto ardito, discutibile forse, ma la cui esecuzione è meravigliosa.

Mentre lentamente un elevatore mi calava giù verso il fondo del pozzo che misura ormai 120 metri di lunghezza su 5,50 di larghezza, avevo campo di osservare i sopporti e le guide dei lunghi alberi tubulari, di notare come questi potessero rivolgere a 250 giri al minuto senza vibrazioni di sorta, potevo vedere tutti i complicati sistemi di lubrificazione e di raffreddamento a circolazione d'acqua ed in fondo le grosse turbine. E m'appariva quale splendido lavoro d'ingegneria aveva creato questa concezione strana di officina; perchè in quel momento più che mai mi domandavo se proprio era questo il modo più semplice di attuare la cosa, se proprio non era possibile mettere l'officina giù al livello di scarico.

Ma queste sono ormai fantasie inutili.

In fondo stavano montando le ultime due turbine che mancavano a completare l'impianto; e la bella lavorazione di tutte le parti m'appariva là in vista.

Oggi già tutti i 10 gruppi sono in esercizio. Nella sala ampia e luminosa girano le 10 campane d'acciaio, gli induttori che racchiudono e nascondono gli indotti fissi. Non posso dire che la conoscenza personale fatta con queste dinamo abbia migliorato il concetto che ne avevo: quella forma singolare, dove le parti ad alta tensione sono tutte nascoste, dove si è costretti ad asportare il calore con una complessa circolazione d'acqua non ispira molta simpatia. Gli ultimi gruppi sono stati migliorati di molto, specie nei particolari, nei quali non è ora il caso di entrare.

I regolatori dei gruppi di secondo impianto, cioè dal n. 3 al n. 7, vennero migliorati assai rispetto a quelli dei primi due. Sono a giunti elettromagnetici e assai pronti: tuttavia non di prontezza sufficiente a tranquillizzare nel caso di un passaggio brusco da pieno carico a

vuoto; perchè per un caso simile venne prevista una disposizione speciale.

Veniamo ai quadri. Ricordo che la tensione è di 2200 volt, la fre-

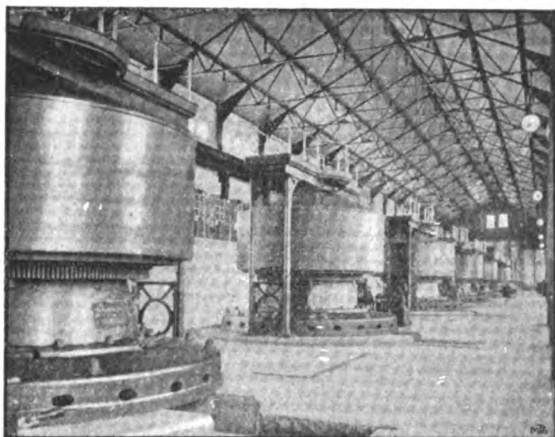


Fig. 19. — Stazione del Niagara.

quenza di 25 cicli, il sistema di correnti bifasi. È strano che se da un lato una delle ragioni della scelta di questo sistema fu la prevenzione

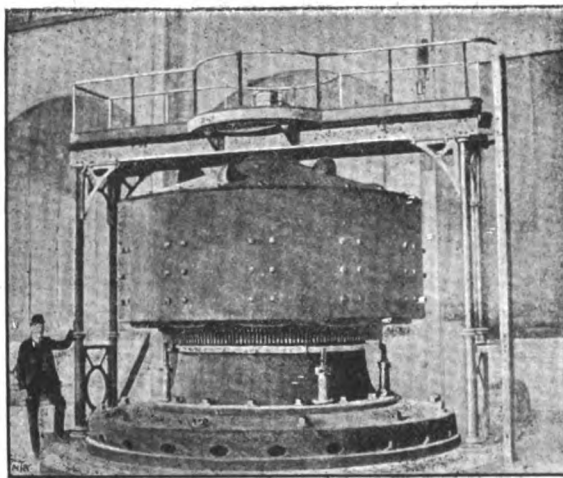


Fig. 20. — Dinamo da 5000 HP del Niagara.

che con esso la distribuzione di luce fosse più facile, dall'altro fu adottata la frequenza di 25 cicli che è pessima per la luce.

I quadri sorgono su due specie di casseri elevati nel mezzo della sala. Alla portata dell'operatore non sono che gli strumenti di misura e i comandi pneumatici degli apparecchi posti di sotto.

In origine c'erano state messe delle valvole, ma dovettero essere tolte in seguito ai disastrosi effetti delle loro fusioni: i grossi interruttori non possono essere aperti sotto corrente, quindi l'unica difesa che rimane alla stazione in caso di corto circuito e di sovraccarico o perdita di fase è la diseccitazione degli alternatori.

E questa si ottiene facilmente con un comando elettrico: con un sol movimento l'elettricista del quadro diseccita tutte le macchine.

Avverandosi questo fatto come ho detto, i regolatori non chiuderebbero abbastanza rapidamente, perciò al regolatore è aggiunto un comando meccanico che è tenuto in freno dalla corrente d'eccitazione; quando questa manca, il comando meccanico viene ad ingranare coll'albero dell'otturatore e fa chiudere con grande rapidità le turbine.

La stazione del Niagara alimenta tre servizi distinti: la distribuzione locale a 2200 volt, la trasmissione a 11.000 volt ad una fabbrica di carburo e la trasmissione di energia a Tornawauda e a Buffalo.

Le dinamo poi vengono fatte lavorare su tre circuiti distinti: l'uno per la trasmissione a Buffalo, il secondo per la Pittsburg Reduction Co., una fabbrica di alluminio; la terza per il resto della distribuzione locale a 2200 ed a 11.000 volt.

Questo di dover usare parecchi circuiti costituisce per una stazione con unità di macchine grosse, una condizione di inferiorità: e certamente devono essere assai importanti le ragioni che hanno spinto a far ciò. Da quanto ho potuto capire, la trasmissione a Buffalo sarebbe separata per risparmiare agli altri utenti le non rare interruzioni che la linea aerea cagiona, mentre la Pittsburg Reduction Co. sarebbe stata posta su una macchina speciale per le grandi variazioni di carico che domanda.

Le industrie che sorte poco lungi dall'officina prendono direttamente l'energia a 2200 con cavi sotterranei, sono la Carborundum Co., la Acetylene Light Heat and Power Co., una fabbrica di alcali, una fabbrica di prodotti chimici, le Società tramviarie e di illuminazione locali. Esse rappresenteranno oggidi da 15 a 20.000 HP.

La Union Calcium Carlide Co., che produce il carburo di calcio e che riceve corrente a 11.000 volt, assorbe 15.000 HP. Buffalo infine ha un contratto per 5000 HP.

La sala dei trasformatori del Niagara è oltremodo interessante perchè vi si vedono di fronte i prodotti delle due Case costruttrici più potenti: da una parte per la trasmissione a Buffalo la General Electric Co., dall'altra per la Union Calcium Carbide Co., la Westinghouse.

I trasformatori della G. E. C. sono i più grossi che essa abbia costruito; e cioè da 940 kw. ciascuno e ve ne sono 6: la Westinghouse arrivata dopo ne ha messo là 7 da 1875 kw. ciascuno. E mentre la G. E. C. li raffredda colla ventilazione artificiale la Westinghouse li ha immersi nell'olio e li raffredda con circolazione d'acqua.

Come si vede, nemmeno presso i nostri colleghi d'oltremare è risolta la questione del miglior mezzo di raffreddare i trasformatori: e i costruttori stessi dichiarano che non hanno grandi ragioni di preferenza nè per l'uno nè per l'altro modo.

La trasmissione alla fabbrica di carburo di calcio si fa con cavi isolati in carta a 11.000 volt. I cavi fino a 12.000 volt sono assai comuni negli Stati Uniti. Ve ne sono a Buffalo, a Hartford e a Schenectady e si afferma che il numero dei loro guasti non sia superiore a quello dei cavi a tensioni di 4 o 5000 volt.

La trasmissione a Buffalo è aerea a 11.000 volt. Come è noto questa trasmissione è a corrente trifase, ed essendo invece le generatrici bifasi, i trasformatori elevatori di tensione sono collegati fra loro col sistema dello Scott.

Gli Americani sono superbi della linea Buffalo-Niagara: noi Europei non possiamo dividere i loro entusiasmi.

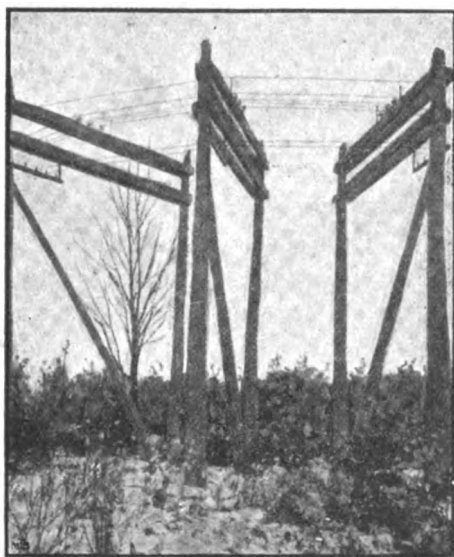


Fig. 21. — Linea Niagara-Buffero. — Una curva.

E una linea qualunque su pali di legno più o meno storti montati col sistema delle traverse orizzontali; sistema che portando parecchi

fili nello stesso piano orizzontale obbliga a tenere i pali molto ravvicinati e a far di tanto in tanto degli incroci di fili, i quali sono per lo meno poco estetici. Questa linea ha poi nella sua storia una sequela di guai non indifferente.

Non è certamente un giudizio partigiano il dire che da noi, nel vecchio mondo, le trasmissioni elettriche sono fatte meglio e funzionano in modo più soddisfacente delle americane.

E d'altronde non è difficile spiegarselo.

Nelle cose in cui è d'uopo pensare molto, andar cauti, studiare con calma, la fretta americana porta conseguenze funeste. Così se l'impianto della stazione del Niagara riesci eseguito così meravigliosamente, forse qualcosa si deve all'intervento moderatore dell'elemento europeo: ciò non avvenne per la trasmissione a Buffalo.

Nati però gl'inconvenienti, il lavoro di difesa è stato condotto con attività ed intelligenza e parecchie ingegnose novità ne sono sortite.

Anzitutto si è abolita la valvola fusibile per sostituirla con un interruttore automatico di sovraccarico. Questo interruttore è costruito dalla Westinghouse col principio dell'arco aperto che allungandosi si rompe: la G. E. C. invece mette in parallelo una valvola molto sottile con interruttore a movimento automatico: quando questo interruttore per sovraccarico si apre, la valvola fonde. Questi interruttori automatici vennero messi sulla estremità di ciascuna linea e sulle linee diramanti dalla principale. Ma quando il corto circuito determinato da un guasto era serio, si aprivano tutti quanti e non solo quelli posti alle estremità del tratto offeso.

Allora si inventò un apparecchio a tempo e cioè si interpose un'organo regolabile il quale facesse scattare gli automatici dopo tempi diversi dal dichiararsi di un corto circuito. Ma non è tutto: alla estremità d'arrivo delle linee si pose un altro apparecchio destinato a tagliar fuori la linea se, divenendo sede di un guasto, assorbiva anzichè portare energia.

Qualche volta questi apparecchi hanno funzionato bene, ma spesso il corto circuito è così repentino da gittar fuori di fase dinamo, motori e convertitori, prima che alcuno degli automatici si muova: il che è precisamente quanto si voleva evitare.

La lotta contro i fulmini si combatte là tanto accanitamente quanto da noi: ma con risultati su per giù eguali: nessuna novità è ancora sorta in questo campo. Il tipo di parafulmini più usato è quello a cilindretti di metallo ravvicinato il Wurtz ed il Wirt: nei piccoli impianti funzionano egregiamente, nei grossi meno bene e spesso sono causa di guai seri.

*

Io non so se mi sia riuscito con tutta questa chiacchierata di comunicare a voi le impressioni ricevute nella breve corsa attraverso gli Stati Uniti. Ho cercato di presentarvi quei punti che appaiono più chiari in mezzo alla confusione di questo mondo irrequieto e alle contraddizioni stridenti che si incontrano ad ogni passo.

È un paese di lavoro e di attività dove per noi c'è molto da imparare in ogni cosa; e una delle precipue differenze fra il lavoro degli Americani ed il nostro è questa: che noi facciamo molte cose meglio e con maggior garbo; ma facciamo poco: gli Americani fanno forse meno bene ma fanno molto, incomparabilmente molto più di noi.

N. 2.**SULLA DIFFERENZA DI POTENZIALE
ESISTENTE AI POLI DELL'ARCO**

NOTA*del Prof. O. M. CORBINO e Dott. P. LIGA**letta dal Prof. CORBINO nella Sezione di Palermo il 9 Dicembre 1900**(Con una figura).*

Un'esposizione critica delle diverse ricerche eseguite per spiegare la grande differenza di potenziale esistente ai poli dell'arco uscirebbe dai limiti di una semplice Nota, e noi ci limitiamo quindi a rinviare i lettori alla pregevole conferenza del Thompson, per i lavori pubblicati fino al 1895 (*), e a scorrere le poche Memorie successive riferite dall'*Éclairage électrique* negli ultimi anni.

Pur troppo bisogna concludere che, per quanto si sia ricercato, la questione è ancora lungi dall'essere risolta, non essendovi finora nessun decisivo argomento pro o contro la famosa ipotesi dell'Eddlund dell'esistenza di una forza controelettromotrice di polarizzazione nell'arco.

I risultati più positivi sono quelli di Hertzfeld e Blondel (**), i quali dimostrarono che dopo un breve intervallo dalla cessazione della corrente non si trova nessuna differenza di potenziale notevole tra i carboni, se essi si rilegano con un galvanometro. Questo rilegamento dei carboni ad un galvanometro potè farsi nelle esperienze di Hertzfeld 1/270 di secondo ed in quelle di Blondel 1/600 di secondo dopo la cessazione della corrente.

Lo studio dell'arco con correnti variabili aveva fatto sperare che si sarebbe raggiunta la desiderata soluzione. E infatti se la differenza di potenziale segue istantaneamente le vicissitudini della intensità, niente permette di distinguere l'arco da una semplice resistenza variabile, come ben fece osservare il Blondel.

(*) « *Éclair. élect.* », tomo IX, 1896.

(**) « *Journ. de Physique* », 1897, pag. 513.

In realtà, con le correnti alternate industriali (al massimo 80 alternazioni al secondo) non si è riusciti a trovare uno spostamento di fase delle curve rappresentanti l'intensità e la differenza di potenziale ai poli dell'arco, per quanto qualcuno accenni ad uno spostamento dell'ordine di $1/10000$ di secondo.

Era quindi naturale l'idea di far lo studio dell'arco percorso dalle correnti, rapidissimamente interrotte dall'apparecchio del Wehnelt.

Con opportune considerazioni si possono trarre da tale studio validi argomenti contro l'ipotesi di Edlund.

Di tutte le formule proposte per rappresentare la differenza di potenziale e tra i poli dell'arco in funzione dell'intensità i della distanza l dei carboni, la più conforme al vero è, senza dubbio, quella di Madame Ayrton a quattro costanti (*):

$$e = a + b l + \frac{c + d l}{i}, \quad (1)$$

da cui si ha per la potenza spesa nell'arco:

$$P = e i = (a + b l) i + (c + d l). \quad (2)$$

Questo noi abbiamo potuto constatare con opportune misure eseguite con un eccellente elettrodinamometro di Siemens e Halske.

Supponiamo che la corrente sia variabile, ma sempre nello stesso senso; e che la differenza di potenziale e segua istantaneamente i valori dell'intensità.

Si ottiene allora dalla (2) integrando:

$$\frac{1}{T} \int_0^T P dt = \frac{1}{T} (a + b l) \int_0^T i dt + c + d l,$$

cioè, indicando con P_m la potenza media, e i_m l'intensità media:

$$P_m = (a + b l) i_m + c + d l. \quad (3)$$

Questo risultato è abbastanza notevole. Esso ci dice che con corrente continua o con corrente interrotta la potenza spesa nell'arco è la stessa se l'intensità media è eguale all'intensità costante impiegata con corrente continua; e questo quando la differenza di potenziale segna istantaneamente le vicissitudini dell'intensità (**).

Ora, rappresentando con la curva nota la forma della corrente interrotta con l'apparecchio di Wehnelt, si immagini contemporanea-

(*) « Éclair. élect. », tomo IX, 1896.

(**) Invece con le resistenze metalliche si ha la stessa potenza se è la stessa intensità efficace.

mente tracciata la curva delle differenze di potenziale corrispondenti, deducibili dalla formula (1).

Per ricercare cosa potrà avvenire, se nell'arco esiste la presupposta forza contro elettromotrice, con queste rapidissime variazioni dell'intensità (*), analizziamo le diverse modalità possibili:

1° La differenza di potenziale potrebbe mantenere un valore costante, come avviene, ad esempio, della magnetizzazione di un'elettrocalamita.

Questa possibilità è da escludere: 1° per il fatto che l'arco in queste condizioni è rumoroso; 2° prova nettissima, per il fatto che rilegando ai poli dell'arco il primario di un rocchetto di Rumkorff, si ha nel secondario rilegato ad uno spinterometro un fiocco di scintille corrispondenti al numero delle interruzioni prodotte dal Wehnelt.

2° La differenza di potenziale, dimostrata variabile con l'esperienza precedente, potrebbe non seguire istantaneamente i valori dell'intensità, in modo da aversi tra le due curve dianzi considerate uno spostamento di fase. Per questa ragione, o per un'alterazione della curva delle differenze di potenziale, si avrebbe un valore della potenza media diverso da quello prevedibile con la (3), cioè diverso dal valore della potenza speso con la stessa distanza fra i carboni e con corrente costante di valore eguale all'intensità media di prima.

3° Finalmente l'arco potrebbe comportarsi come una resistenza metallica, nel qual caso, restando la curva delle differenze di potenziale identica a quella ottenuta staticamente e non avendosi differenza di fase con la curva delle intensità, la potenza media resterà la stessa che con la corrente costante d'intensità eguale all'intensità media di prima e la (3) si verificherà con lo stesso valore delle costanti.

Il decidere se la seconda o la terza ipotesi risponde al vero è di non lieve interesse, per il fatto che un piccolo spostamento delle curve, dato il gran numero delle interruzioni (più d'un migliaio per secondo), produrrebbe una sensibile variazione della potenza media. E così il limite massimo raggiunto dal Blondel, 11600 di secondo, potrà essere di molto sorpassato.

A decidere con l'esperienza se la formula (3) si verifica o no era necessario, per essere al sicuro da ogni causa indiretta disturbatrice, aver modo di misurare esattamente la potenza spesa nell'arco da una corrente rapidissimamente interrotta, d'intensità media rigorosamente determinata; quindi istantaneamente cambiare la corrente interrotta in

(*) La corrente può passare da 0 a 10 o 12 ampère in un decimillesimo di secondo e da quell'intensità a zero in un tempo più breve.

una corrente continua di eguale intensità (costante) e constatare se si produce variazione nell'apparecchio indicatore della potenza.

Così si può essere sicuri che la distanza dei carboni e la conformazione dei poli è la stessa nei due casi.

Apparecchio misuratore dell'intensità media. — Cominciamo dal ricercare se possono gli ordinari amperometri per corrente continua servire a misurare, con così frequenti interruzioni della corrente, l'intensità media definita dalla relazione:

$$i_m = \frac{1}{T} \int_0^T i dt.$$

L'essere gli ordinari amperometri fondati sulle attrazioni che subiscono, in generale, i nuclei di ferro, li farebbe ritenere inadatti allo scopo, e di questo avviso è lo stesso Wehnelt (*) che ha preferito ricorrere nelle sue ricerche all'amperometro termico, il quale dà non l'intensità media, ma l'intensità efficace, definita dalla relazione:

$$i_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt,$$

cioè una grandezza interamente diversa.

Abbiamo voluto verificare fino a qual punto tale presunzione fosse giustificata, e a tal fine, in una derivazione presa su un circuito percorso dalla corrente interrotta dal Wehnelt, abbiamo inserito un amperometro di precisione di Siemens e Halske e un voltmetro ad argento di Hartmann e Braun. Crediamo inutile riferire le precauzioni prese per pulire e pesare la capsula catodica di platino prima e dopo l'esperienza, poichè esse sono ormai di uso comune. Diciamo solo che la durata dell'esperienza era determinata mediante un cronometro marino, in modo da commettere in tale misura un errore certamente inferiore a quello causato dalle inevitabili variazioni nella posizione dell'ago amperometrico, variazioni che per fortuna si mantenevano nel campo di mezza divisione su almeno 100 di deviazione.

Si fecero parecchie serie di misure variando l'autoinduzione nel circuito, e, con essa, il numero delle interruzioni nei limiti più ampi compatibili con la condizione di avere un funzionamento regolare del Wehnelt.

Per correnti continue, l'amperometro era stato campionato in precedenza ed era stato trovato esatto.

(*) VIED, « Ann. » 68, pag. 245.

I risultati delle misure sono riportati nella seguente tabella:

Numero delle esperienze	AUTOINDUZIONE	Peso iniziale del catodo in grammi	Peso finale del catodo in grammi	Aumento di peso in grammi	Peso dell'argento che avrebbe dovuto trovarsi dedotto dalle indicazioni dello amperometro	Lettura dello amperometro
1 ^a	Avvolgimento doppio con ferro	22.32	22.690	0.370	0.370	da 55 a 56
2 ^a	Un avvolgimento con ferro	id.	22.838	0.518	0.518	da 77 a 78
3 ^a	Tre avvolgimenti senza ferro	id.	22.910	0.590	0.590	da 87.5 a 88.5
4 ^a	Avvolgimento doppio senza ferro	id.	23.043	0.723	0.724	da 107.5 a 108.5

Come si vede, i dubbi sul corretto funzionamento dell'amperometro sono affatto ingiustificati, poichè esso può dare, con correnti anche variabilissime, indicazioni così esatte come per correnti continue.

Apparecchio misuratore della potenza media. — Tutti i sistemi finora proposti sono stati da noi presi in esame, scartando solo, a priori, quelli adatti per semplici correnti sinusoidali, nei quali si determina la differenza di potenziale efficace, l'intensità efficace e la differenza di fase fra l'intensità e la differenza di potenziale.

Eseguimmo le prime misure con un elettrodinamometro, impiegando una disposizione assai complicata, in virtù della quale si poteva correggere con misure successive l'errore causato dall'autoinduzione dei rocchetti dello strumento. Trovammo però più conveniente ricorrere al metodo generalissimo di Potier, semplificato e ridotto a una sola lettura nel wattometro elettrostatico di Blondlot e Curie.

Se si vuole misurare la potenza spesa in un conduttore A B qualunque, si può, secondo Potier, inserire nel circuito una resistenza C D non induttiva e rilegare A e B alle due coppie di quadranti, e con l'ago una volta C e una volta D. La differenza delle due letture è proporzionale alla potenza media spesa nel conduttore A B, come è facile vedere (*).

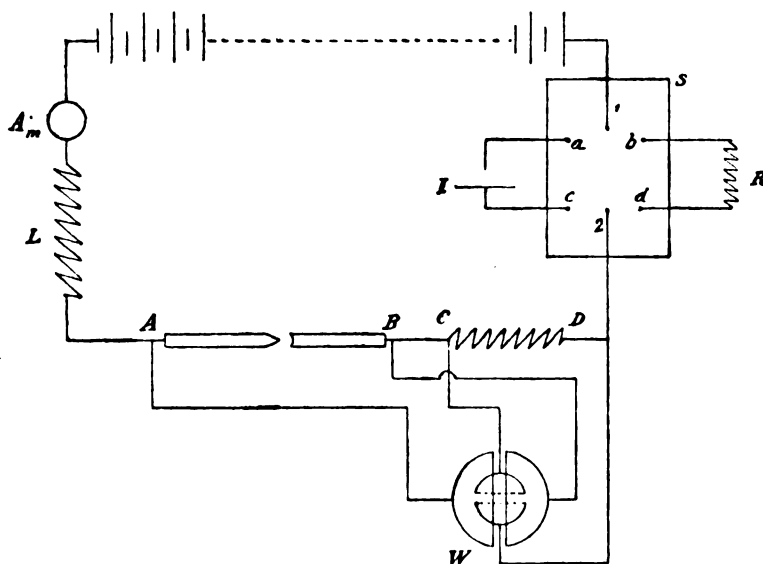
Le due letture successive sono evitate nella disposizione di Blondlot e Curie, poichè in essa l'ago è costituito di un disco di mica avente due settori semicircolari isolati ricoperti di stagnola; i quadranti dell'elettrometro vengono rilegati non più nel modo solito, ma uno ad uno quelli adiacenti; così, rilegando le coppie di quadranti ad A e B

(*) GERARD, *Mesures électriques*, pag. 249.

e le due metà dell'ago a C e D, la deviazione dello strumento sarà proporzionale senz'altro alla potenza.

Nel modello da noi costruito ci siamo serviti di un ordinario elettrometro Mascart, sostituendo all'ago di alluminio un disco di mica ricoperto di due settori semicircolari, nell'una e nell'altra faccia, di foglia di stagnola. Il disco era sorretto dalla comune sospensione bifilare di filo di seta, mentre le due metà dell'ago comunicavano con due fili di platino che scendevano paralleli e vicinissimi; uno di essi si immergeva senz'altro in un piccolo ditale con acqua, retto da un sostegno laterale; l'altro filo scavalcava il primo ditale con una doppia piegatura ad angolo retto, costeggiandolo verticalmente, e poi con un'altra doppia piegatura veniva ricondotto a coincidere con l'asse di rotazione, tenendosi immerso in un secondo ditalino disposto sotto il primo, direttamente nella base della cassa metallica. Due fili metallici isolati, pescanti nei due ditalini, conducevano a due serrafile, cui si rilegavano con filo sottile i poli dell'arco.

Disposizione delle esperienze. — Una batteria di 50 accumulatori (fig. 1) è rilegata a un circuito che comprende un amperometro A_m ,



un'autoinduzione variabile L , i carboni spostabili a mano con una vite, una resistenza non induttiva di rame CD ed infine i poli 1 e 2 di un commutatore a bilanciere S . In questo si può istantaneamente, spostando a destra o a sinistra, far comunicare i punti 1 e 2 rispettiva-

mente con a e c , ovvero con b e d . Tra a e c è disposto l'interruttore di Wehnelt 1, tra b e d una resistenza variabile R in argentana. Infine i poli A e B dell'arco sono rilegati con i doppi quadranti esterni, mentre gli estremi C e D comunicano con le due metà dell'ago del wattometro.

Si comincia col dare alla resistenza R un tal valore che, chiudendo il bilanciere a destra o a sinistra, cioè facendo passare corrente continua o corrente periodicamente interrotta, l'amperometro segni la stessa deviazione, il che avveniva con una certa latitudine nella distanza dei carboni. Per gli spostamenti del bilanciere l'arco restava acceso in permanenza; solo una persona era incaricata di tener l'occhio sull'amperometro e regolare la distanza dei carboni in modo da mantenere costante l'intensità malgrado il loro consumo. Un'altra persona stava al cannocchiale che, col metodo dello specchio e della scala, indicava le deviazioni del wattometro. Queste erano dell'ordine di circa 150 divisioni.

Con diversissimi valori dell'autoinduzione L e quindi del numero delle interruzioni e dell'intensità media non si trovò nessuna variazione della deviazione data dal wattometro al capovolgimento del bilanciere.

Riteniamo inutile dar numeri perchè i risultati furono negativi; diciamo solo che non sarebbe passata inosservata una variazione d'una divisione nella deviazione del wattometro.

Crediamo così di avere aumentato di molto, con questi risultati, la probabilità che l'arco si comporti come una semplice resistenza ohmica, e inoltre di aver dimostrato rigorosamente, con un metodo d'integrazione sperimentale, che la formula di Ayrton risponde al vero per variazioni d'intensità tra 0 e 12 ampère.

Concluderemo col riferire i risultati di un'altra esperienza che, senza la formula di Ayrton, potrebbe far credere all'ipotesi di Edlund.

Se la differenza di potenziale esistente tra i carboni non fosse una funzione decrescente dell'intensità, ma fosse indipendente da questa, come vorrebbe ammettere ad esempio il Lecher, la differenza di potenziale media dovrebbe essere uguale alla differenza di potenziale costante con corrente continua. Noi invece abbiamo trovato che anche adoperando una corrente interrotta di intensità media eguale all'intensità costante con corrente continua, la differenza di potenziale media misurata esattamente con l'elettrometro di Mascart diminuisce di più di un decimo.

Tale risultato potrebbe far pensare ad una diminuzione della forza controelettromotrice di Edlund per il fatto che le correnti sono inter-

rotte. Esso invece si spiega logicamente con la formula di Ayrton, senza bisogno di ammettere che siano modificate le quattro costanti.

Infatti, dalla formula:

$$e = \frac{a + b l}{i} + c + d l;$$

in caso di correnti variabili si deduce:

$$\frac{1}{T} \int_0^T e dt = \frac{(a + b l)}{T} \int_0^T \frac{1}{i} dt + c + d l,$$

cioè:

$$e_m = \frac{a + b l}{T} \int_0^T \frac{dt}{i} + c + d l;$$

e siccome è in generale:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \frac{dt}{i} \geq \frac{1}{i_m},$$

essendo i_m l'intensità media, s'intende benissimo come, restando costanti a , b , c e d , possa e_m essere diverso dal valore che si sarebbe ottenuto con la stessa intensità costante.

Ecco perchè noi abbiamo trattato la questione misurando la potenza, nel qual caso i non è più al denominatore.

N. 3.

**RAPPRESENTAZIONE STEREOMETRICA
DEI POTENZIALI NEI CIRCUITI
PERCORSI DA CORRENTI TRIFASICHE**

NOTA

del Dott. O. M. CORBINO

letta nella Sezione di Palermo il 30 Dicembre 1900

(Con 4 figure).

Siano:

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 - V_2 = \sqrt{3} E \sin \omega t, \\ V_2 - V_3 = \sqrt{3} E \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right), \\ V_3 - V_1 = \sqrt{3} E \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right), \end{array} \right.$$

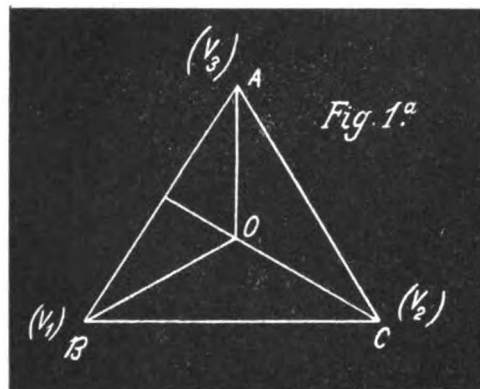
le differenze di potenziale trifasate esistenti tra i vertici di un ricevitore montato a triangolo.

I potenziali V_1 , V_2 , V_3 saranno determinati, com'è facile vedere, dalle relazioni:

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} V_3 = E \cos \omega t, \\ V_1 = E \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right), \\ V_2 = E \cos \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right). \end{array} \right.$$

Le (1) e le (2) si prestano ad una rappresentazione geometrica semplicissima, essendo le (1) rappresentate dalle proiezioni dei lati di un triangolo equilatero ABC rotante con velocità angolare ω , mentre i valori V_1 , V_2 e V_3 sono dati dalle proiezioni dei segmenti OA , OB e OC .

Supponiamo i tre conduttori formanti il ricevitore a triangolo perfettamente indipendenti da muta induzione (fig. 1), e di tal natura che ad ogni istante si abbia una caduta costante di potenziale per lunghezze



uguali del conduttore, come avverrebbe se questo fosse privo d'induttanza e di sezione uniforme, ovvero formasse un avvolgimento completo intorno a un anello di ferro. Chiamiamo l la lunghezza totale del conduttore interposto fra A e B, e v''_x il valore istantaneo del potenziale in un punto alla distanza x da A sul conduttore stesso, avremo, per l'ipotesi fatta:

$$V_3 - v''_x = (V_3 - V_1) \frac{x}{l},$$

$$v''_x = V_3 - (V_3 - V_1) \frac{x}{l} = V_3 \left(1 - \frac{x}{l}\right) + V_1 \frac{x}{l},$$

$$= \left(1 - \frac{x}{l}\right) E \cos \omega t + \frac{x}{l} E \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right),$$

$$= E \left[\left(1 - \frac{3x}{2l}\right) \cos \omega t + \frac{1}{2} \sqrt{3} \frac{x}{l} \sin \omega t \right].$$

Si avrà quindi che $[v''_x]$ sarà una funzione sinusoidale della forma:

$$[v''_x] = V_x \cos (\omega t - \alpha).$$

Sviluppando con la regola di Fresnel, si ha:

$$V_x \sin \alpha = \sqrt{3} E \frac{x}{l},$$

da cui :

$$V_x \cos \alpha = \left(1 - \frac{3x}{2l}\right) E,$$

e :

$$V_x^2 = \frac{E^2}{l^2} (3x^2 - 3lx + l^2),$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3}x}{2l - 3x}.$$

Si riconosce facilmente che V_x è rappresentato in funzione di x da una iperbole. Il valore minimo di V_x si ottiene per differenziazione :

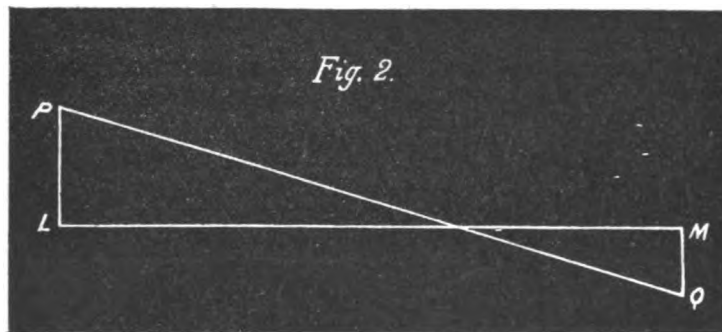
$$V_x \text{ minimo} = \frac{E}{2},$$

cioè è rappresentato da OD ed esso si ha nel punto medio del conduttore posto tra A e B .

Adunque nei diversi punti del conduttore AB il potenziale varia sinusoidalmente in modo che i valori massimi sono rappresentati dalle ordinate di una iperbole, varianti da E (agli estremi) a $\frac{1}{2}E$ (nel punto medio).

Nei diversi punti però le fasi sono diverse, come risulta dal valore di $\operatorname{tg} \alpha$, cosicchè si raggiungono i valori massimi del potenziale in tempi diversi, come se si propagassero onde progressive speciali di potenziale.

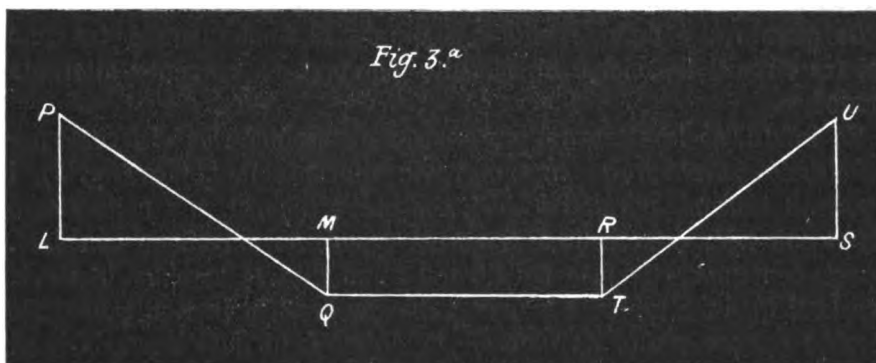
Le proprietà precedenti si possono dedurre immediatamente con una semplice rappresentazione stereometrica (fig. 2).



Rettifichiamo il conduttore interposto tra A e B in LM . Se si conducono dei segmenti normali nei vari punti di LM , di lunghezza proporzionale ai valori massimi corrispondenti del potenziale, e for-

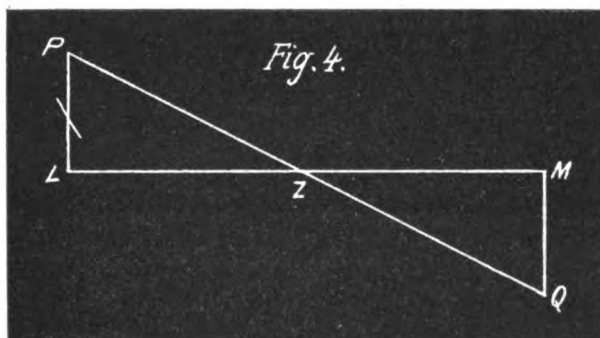
manti col primo LP angoli uguali ai valori corrispondenti di α , la curva ottenuta riunendo gli estremi di questi segmenti è tale che la sua proiezione su un piano parallelo LM , mentre lo stereogramma gira intorno a LM con velocità angolare ω , rappresenterà i potenziali istantanei nei vari punti di AB (fig. 3).

Ora noi sappiamo che i segmenti estremi (in L ed M) fanno un



angolo di 120° ; sappiamo inoltre che la proiezione della linea summenzionata è sempre una retta, perchè ad ogni istante la caduta di potenziale è uniforme lungo il conduttore LM (fig. 4).

Quindi la linea stessa sarà nello spazio una retta che si appoggia



sugli estremi dei segmenti LP , MQ formanti un angolo di 120° . Nella rotazione intorno a LM la retta PQ descrive un iperboloide di rivoluzione, la cui sezione con un piano passante per LM darà i valori massimi del potenziale nei diversi punti. Si ritrova così l'iperbole cui si era pervenuti per via analitica.

Disponendo poi di seguito a LM , rettificandoli, gli altri due conduttori BC , CA si potrà avere uno stereogramma formato di un asse

e di tre rette sghembe che si appoggiano sugli estremi di quattro segmenti uguali, spostati progressivamente di 120° . Una proiezione $PQTU$ su un piano parallelo al piano PLM è data dalla figura 3. Essa dà i valori del potenziale all'istante in cui questo è massimo in L . Si rileva che, mentre è nulla in quell'istante la differenza di potenziale tra M e R , il potenziale vi è però in tutti i punti diverso da zero.

Da quanto si è detto, risulta una differenza fondamentale tra uno dei tre circuiti trifasici e un circuito percorso da corrente alternata monofase.

Ed infatti, se la stessa rappresentazione stereometrica si facesse per un circuito percorso da una corrente alternata monofase (fig. 3), i segmenti estremi, normali a LM , sarebbero opposti, ma nello stesso piano con LM , e la retta PQ sarebbe pure in un piano con LM . Conseguentemente la fase nei diversi punti di LM sarebbe la stessa per tutti quelli situati dalla stessa banda di Z , e in Z il potenziale sarebbe sempre nullo. Avremmo, per dir così, un'onda stazionaria di potenziale, avente in L ed M due ventri e in Z un nodo.

Invece per gli effetti dell'intensità, cioè per gli effetti termici o magnetici, niente permette di distinguere un lato di un triangolo in una distribuzione trifasica da un circuito percorso da corrente alternata monofase.

Adunque, mentre in quest'ultimo si hanno onde stazionarie di potenziale, nel primo si hanno *speciali* onde progressive di fase.

N. 4.**CORRENTI RAPIDAMENTE VARIABILI
NEI CIRCUITI DERIVATI (*)****NOTA***del Dott. O. M. CORBINO**letta nella Sezione di Palermo il 27 Gennaio 1901**(Con tre figure).*

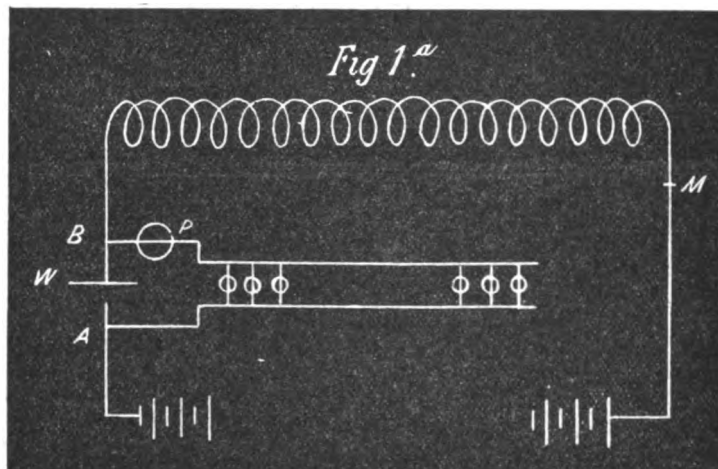
1. Lo studio della ripartizione delle correnti variabili nei circuiti derivati, provvisti di resistenza e di autoinduzione, presenta delle difficoltà insormontabili se le correnti non sono sinusoidali. — Si può affermare soltanto, per correnti qualsiasi, che, tra gli stessi limiti iniziale e finale dell'intensità, le somme algebriche delle quantità di elettricità che traversano i circuiti sono in ragione inversa delle semplici resistenze ohmiche come se non esistessero i fenomeni d'induzione.

Espongo in questa Nota i risultati di alcune esperienze che mentre precisano alcuni fatti in parte già osservati dal Wehnelt e dal Rothé, mi danno occasione di riferire delle considerazioni teoriche sull'argomento.

2. La corrente generata da 38 accumulatori e interrotta dall'apparecchio di Wehnelt traversa un circuito dotato di forte induttanza (elettrocalamita Rumkorff). In una prima disposizione tra (fig. 1) i punti A e B, derivandolo sull'interruttore W, si rilega un circuito che comprende un amperometro P, per correnti continue (Siemens e Halske) e una batteria L di 12 lampade (in derivazione), da 100 volt e 5 candele; ciascuna lampada può essere a volontà inserita o esclusa dal circuito derivato. — Escludendole tutte e chiudendo in M il circuito l'interruttore entra in funzione; se allora si inserisce nel circuito derivato una prima lampada essa brilla di luce vivissima, manifestando

(*) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica della Regia Università di Palermo.

ai poli dell'interruttore una tensione efficace superiore di molto a quella totale degli accumulatori (76 volt). Questo fatto, come si sa, era stato già osservato dal Wehnelt. — L'amperometro segna una corrente de-



bole, 0,089 ampère; mentre per avere la stessa intensità luminosa con corrente continua, questa avrebbe dovuto avere l'intensità di circa 0,2 ampère.

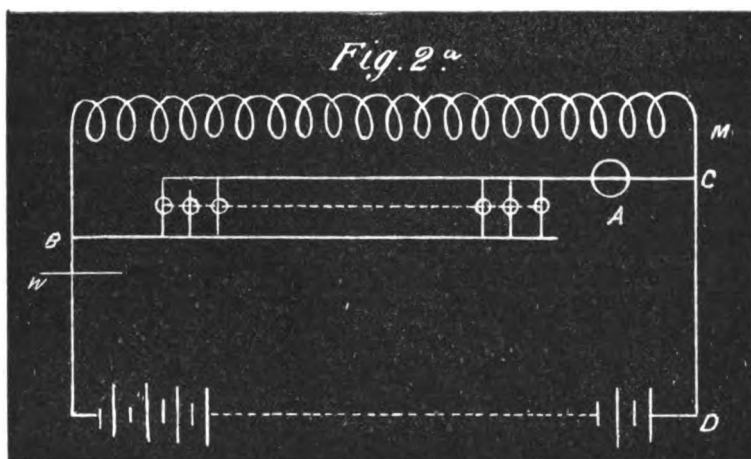
Aumentando progressivamente il numero delle lampade, queste brillano ancora di viva luce e l'intensità all'amperometro aumenta quasi proporzionalmente; anche il suono reso dall'interruttore acquista una altezza lentamente crescente.

Però ad un certo punto, quando si inserisce la sesta lampada, l'interruttore si arresta, così come avviene quando il circuito ha troppo piccola autoinduzione; e la corrente passa da un canto in modo continuo dagli accumulatori alle sei lampade e all'elettrocalamita, *rendendole debolmente luminose* (l'amperometro segna allora 0,63 ampère); e d'altro canto seguita a passare anche per l'interruttore mantenendo la calefazione nell'anodo; nè queste condizioni mutano se ora si diminuisce il numero delle lampade; e per ottenere il funzionamento dell'interruttore bisogna interrompere e richiudere in M il circuito. — Se invece si fa questa manovra lasciando le sei lampade nel circuito derivato, l'interruttore si incanta quasi istantaneamente.

Se si rende maggiore l'autoinduzione della branca principale, per inserzione del primario di un rocchetto di Rumkorff, la luce alle lampade diviene ancora più viva; l'interruttore si incanta all'inserzione della settima anzichè della sesta lampada.

A parte il fenomeno noto dell'esistenza ai poli dell'interruttore di una tensione efficace molto superiore a quella degli accumulatori, risulta dalle precedenti esperienze che appena l'intensità nel circuito derivato diviene un po' troppo grande, pur essendo sempre piccolissima rispetto a quella che si ha nel circuito principale (8 ampère), l'interruttore si arresta. — Non è quindi possibile utilizzare, com'è stato preconizzato, tale aumento di tensione per circuiti di non grande resistenza.

3. In una seconda disposizione (fig. 2) il circuito derivato, che comprende le lampade e l'amperometro, è inserito tra i punti B e C del



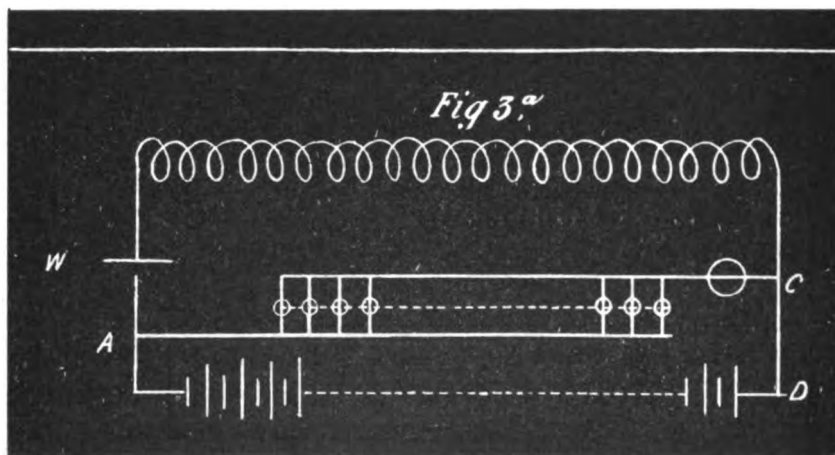
circuito principale. In tali condizioni, anche essendo il circuito principale interrotto in M, la corrente degli accumulatori traversa l'interruttore e il circuito derivato; però l'intensità, anche inserendo tutte le 12 lampade, non è sufficiente a produrre il funzionamento del Wehnelt, nel quale si ha quindi l'elettrolisi silenziosa: le lampade si manifestano debolmente luminose quasi come se fossero direttamente inserite ai poli della batteria. Per ciascuna passa circa 0,1 ampère.

Chiudendo prima il circuito principale in M la prima lampada che si inserisce nel circuito derivato brilla di luce vivissima, pur segnando l'amperometro solo 0,02 ampère; si possono però inserire solo 4 lampade, perchè inserendo la quinta l'interruttore si incanta; il suono è di poco più alto di quello che si ha senza circuito derivato. Anche in questo caso è adunque impossibile utilizzare l'alta tensione ai poli della elettrocalamita per circuiti che presentano piccola resistenza. Durante il funzionamento dell'interruttore, come con correnti costanti, l'ampe-

rometro inserito nel circuito dell'elettrocalamita e quello nel circuito delle lampade, segnano intensità inversamente proporzionali alle resistenze ohmiche dei due circuiti, com'era prevedibile con la teoria. Si sa inoltre come spiegare l'elevata intensità efficace nel circuito derivato, riflettendo che viene percorso dall'extracorrente generata dalla interruzione nella elettrocalamita. In corrispondenza le interruzioni non sono più così rumorose come senza il circuito derivato e la luminosità all'anodo è diminuita. In altri termini l'extracorrente di apertura che percorreva prima l'interruttore, traversa ora il circuito delle lampade.

4. L'ultima disposizione provata (fig. 3) è quella già descritta dal Rothé.

Il circuito derivato con le lampade è intercalato tra A e C. — In tal caso la corrente degli accumulatori traversa le lampade rendendole



debolmente luminose. — Se si chiude in M, l'interruttore entra in funzione e si ha una *diminuzione* di luce e di intensità nelle lampade (con 11 lampade si passa da 1,15 a 1,01 ampère). — Questa diminuzione è da attribuire al fatto che, per la presenza tra A e C del circuito principale, viene diminuita la tensione tra i punti stessi. Con una sorgente capace di mantenere tra A e C una differenza di potenziale costante, come avviene in una conduttura stradale, la luce e l'intensità potranno al massimo restare uguali a quelle avute con la interruzione in M.

Il Rothé (*) aveva ottenuto un risultato opposto. — Egli riferisce

(*) C. R., p. 675, t. 129, 1899, « Journal de Physique », p. 98, 1900.

infatti che servendosi della conduttura stradale, e facendo funzionare l'interruttore di Wehnelt le lampade accese in derivazione sulla conduttura tanto nell'Istituto alla Sorbonne che negli Istituti vicini brillano di luce più intensa.

È facile eliminare la divergenza tenendo conto che nel caso del Rothé o la conduttura o la sorgente dovevano possedere, per conto proprio, autoinduzione, e i fenomeni da lui osservati devono attribuirsi alla estracorrente della conduttura e non a quella del circuito contenente l'interruttore. A conferma di ciò vale la seguente esperienza. Se nella disposizione della fig. 3 si intercala tra C e D una forte autoinduzione, si ottengono i risultati descritti dal Rothé.

In questo caso è l'estracorrente provocata dalla interruzione nella conduttura esterna, e non quella generata nel circuito principale, che determina l'aumento di luce nelle lampade. Adunque con una conduttura priva di autoinduzione e se la sorgente non è una dinamo, per esempio, se, come a Palermo, si ha all'officina centrale una batteria di accumulatori, l'interruttore non ha nessuna influenza sulla rete d'illuminazione, contrariamente a quanto afferma il Rothé.

5. Ed ora fermiamoci a discutere le esperienze riferite ai numeri 2 e 3.

Relativamente alla prima non è chiaro, come ebbi a dire, il motivo per cui con una derivazione di non grande resistenza ai poli dell'interruttore, questo si incanti.

La causa non può certo attribuirsi alla derivazione di una piccola parte della corrente principale che non attraversa più l'interruttore, poichè la corrente residuo era ancora abbastanza intensa, e poi, in ogni caso, ciò avrebbe prodotto il fenomeno noto della elettrolisi continua e non la calefazione. Pare piuttosto che in tutti i casi una forte scintilla di apertura sia condizione indispensabile alla produzione del regime delle interruzioni, come se la scossa da queste provocata impedisse la formazione della guaina di vapore permanente intorno all'anodo in stato di calefazione.

Nella disposizione del n. 3, quando cioè il circuito delle lampade è derivato ai poli dell'elettrocalamita, si ha un'altra anomalia; per l'inserzione di un certo numero di lampade l'interruttore si incanta, mentre la corrente derivata nelle lampade è solo una frazione piccola ($1/s_0$) della totale. L'autoinduzione del sistema risultante dall'insieme dei due circuiti derivati non deve però essere molto piccola, a giudicare dal suono relativamente basso.

In conclusione il funzionamento dell'apparecchio è interamente di-

verso da quello che si sarebbe avuto con un *unico* circuito di resistenza e autoinduzione qualsiasi.

Questo non deve sorprenderci; si può invero dimostrare che per *correnti variabili con legge qualsiasi non è possibile sostituire a due circuiti derivati di data resistenza e autoinduzione un unico circuito capace di produrre lo stesso effetto, cioè capace di lasciare inalterata la legge di variazione e la successione di valori dell'intensità.*

Sia infatti E la differenza di potenziale esistente a un certo istante tra gli estremi comuni A e B dei due circuiti aventi rispettivamente le resistenze r_1 ed r_2 e le induttanze L_1 ed L_2 ; e siano i_1 e i_2 le correnti che traversano in quell'istante i due circuiti.

Se supponiamo, per semplificare, che i due circuiti non agiscano, per induzione, l'uno sull'altro, le leggi dell'induzione ci danno:

$$E = i_1 r_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} = i_2 r_2 + L_2 \frac{di_2}{dt}. \quad (1)$$

Siano L e r l'induttanza e la resistenza di un unico circuito tale che, per la stessa legge di variazione di E in funzione del tempo, sia traversato a ogni istante dalla stessa corrente che si ha, nel circuito principale, con i due circuiti derivati; supponiamo cioè che, indicando con i l'intensità della corrente nel circuito unico, si abbia ad ogni istante:

$$i = i_1 + i_2 \quad (2)$$

dovrà essere, perchè ciò sia possibile:

$$E = ir = L \frac{di}{dt}.$$

Questa equazione, combinata con le (1) e (2), dà, per tutti i valori del tempo:

$$(i_1 + i_2)r + L \frac{d(i_1 + i_2)}{dt} = \frac{1}{2} \left[i_1 r_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + i_2 r_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} \right],$$

cioè:

$$i_1 \left(r - \frac{r_1}{2} \right) + i_2 \left(r - \frac{r_2}{2} \right) + \frac{di_1}{dt} \left(L - \frac{L_1}{2} \right) + \frac{di_2}{dt} \left(L - \frac{L_2}{2} \right) = 0.$$

Perchè questa sia verificata qualunque sia il modo con cui E , e quindi i_1 , i_2 , e le loro derivate, sono funzioni del tempo, è necessario che sia:

$$r_1 = r_2, \quad L_1 = L_2, \quad r = \frac{r_1}{2}, \quad L = \frac{L_1}{2},$$

cioè la determinazione di L e di r , o la resistenza di un unico con-

conduttore sostituibile ai due circuiti derivati, è solo possibile quando questi abbiano la stessa resistenza e la stessa induttanza.

La (3) ammette una soluzione particolare nel caso speciale in cui le correnti siano sinusoidali; si può cioè determinare la resistenza r e l'induttanza L di un unico circuito sostituibile ai due derivati. — Basta comporre graficamente i vettori giranti I_1 e I_2 le cui proiezioni su un asse rappresentino i valori istantanei di i_1 e i_2 ; determinare la resistenza apparente di un unico conduttore tale che con una forza elettromotrice alternante E dia luogo a una corrente rappresentata da i , proiezione del vettore I risultante dei due primi; e assoggettare la resistenza r e l'induttanza L di esso conduttore all'altra condizione che sia i in ritardo su E della fase α , deducibile dalla composizione dei vettori I_1 e I_2 .

Più semplicemente si perviene al risultato ricorrendo al metodo degli immaginari di Steinmetz. — Chiamando infatti r_1, r_2 le resistenze ed s_1, s_2 le reattanze dei due conduttori derivati, le impedenze immaginarie si potranno esprimere con:

$$[R_1] = r_1 - i s_1$$

$$[R_2] = r_2 - i s_2,$$

chiamando $[e]$ la differenza di potenziale immaginaria tra gli estremi comuni dei due circuiti derivati, e con $[I_1]$ $[I_2]$ le correnti delle due branche, le leggi di Kirchhoff applicabili integralmente alle grandezze immaginarie dànno:

$$[I] = [I_1] + [I_2]$$

$$[I_1] = \frac{[e]}{[R_1]}, \quad [I_2] = \frac{[e]}{[R_2]},$$

quindi:

$$[I] = [e] \left\{ \frac{1}{[R_1]} + \frac{1}{[R_2]} \right\}.$$

Chiamando $[R]$ l'impedenza immaginaria di un unico conduttore sostituibile ai due derivati, e supponendo che sia r la sua resistenza e s la reattanza, si ha:

$$\frac{1}{[R]} = \frac{1}{[R_1]} + \frac{1}{[R_2]},$$

da cui con semplici sviluppi analitici si deduce r ed s (*).

(*) Vedi JANET, *Électrotechnique générale*, 1900, pag. 333.

È necessario però notare che, nell'uno o nell'altro metodo, si perviene a valori di r e di s , cioè di L , dipendenti dal periodo (*).

Adunque un conduttore unico può sostituire due circuiti derivati, con correnti sinusoidali, solo per un certo valore del periodo. — Questo conferma quanto ebbi a dire per il caso di correnti variabili con legge qualsiasi; infatti, se così non fosse, siccome qualunque corrente variabile può scomporsi, per il teorema di Fourier, in un'infinità di correnti sinusoidali, la sostituzione di un solo circuito ai due derivati sarebbe sempre possibile.

Adunque i fatti osservati al n. 2 non erano prevedibili dal modo come l'interruttore funziona con un circuito semplice dotato di resistenza e autoinduzione qualsiasi.

(*) Se però si tratta di correnti rapidamente oscillanti, come quelle date da un condensatore che si scarica in due circuiti derivati, si hanno condizioni interamente diverse che non pregiudicano l'esattezza dell'enunciato precedente.

Vedi in proposito GARBASSO, « Nuovo Cimento », t. VI, p. 15, e ROITI, « Rend. Lincei », vol. VIII, 1° sem., serie 5^a, p. 12.

N. 5.

SULLE GENERATRICI ASINCRONE

NOTA

*del Dott. O. M. CORBINO**letta nella Sezione di Palermo il 27 Gennaio 1901**(Con una figura).*

L'espressione generale della coppia sviluppata in un motore asincrono a campo girante è data da:

$$C = \frac{m \Phi_0^2 R (\omega - \omega')}{2 [R^2 + L_1^2 (\omega - \omega')^2]},$$

ove m indica il numero di spire dell'indotto, R la sua resistenza, L_1 l'autoinduzione, Φ_0 il flusso girante induttore e ω, ω' le velocità angolari rispettive del campo induttore girante e dell'indotto.

Questa formula vale finchè si suppone che il motore lavori a intensità costante nell'induttore, e che siano trascurabili le fughe magnetiche nell'interferro. Se invece il motore lavora, come d'ordinario, a tensione costante, e si vuol tener conto, in regime lontano del sincronismo, delle fughe, bisogna ricorrere alle teorie più complete di Potier e di Blondel.

Da quella formula si prendono le mosse ordinariamente per giustificare il principio così fecondo su cui il Leblanc fondò le generatrici asincrone. Si suol dire cioè: Siccome per $\omega' > \omega$ la coppia e quindi la potenza diventano negative, il motore diverrà generatore, restituendo energia alla rete sotto forma di correnti polifasiche, con perfetto sincronismo di periodo e di fase, qualunque sia ω' .

Questo ragionamento troppo superficiale è del tutto difettoso, o per lo meno incompleto.

Se infatti esso fosse esauriente, spingendo le sue conseguenze fino al caso in cui sia $\omega = 0$, si dovrebbe avere restituzione di energia all'avvolgimento induttore anche girando un indotto chiuso in un campo costante, poichè anche in questo caso la coppia è resistente.

Invece in tali condizioni si trasformerà il lavoro meccanico impiegato in riscaldamento dell'indotto.

Si suole, in verità, aggiungere nella teoria dei motori che il rapporto del calore Q sviluppato nell'indotto alla potenza meccanica ottenuta dipende dal *glissement*:

$$\frac{Q}{P} = \frac{\omega - \omega'}{\omega'},$$

da cui, estendendo la formula al caso di $\omega' > \omega$, si potrebbe venire alla conclusione che Q è minore della potenza spesa P , la quale quindi non potrà che comunicarsi al circuito induttore; ma questa osservazione, che pure non si suol fare, lascia lo spirito incerto sul meccanismo fisico col quale la potenza spesa dalla rete nell'induttore diventa da positiva negativa quando diviene $\omega' > \omega$.

È appunto scopo di questa Nota eliminare tale incertezza.

Poichè l'indotto gira con velocità poco superiore al sincronismo, potremo trascurare le fughe magnetiche nell'interferro; supporremo inoltre, come avviene d'ordinario, che il motore o la generatrice lavori a potenziale costante, e quindi seguiremo l'ordine del prof. Potier. Prendiamo il caso di un motore bipolare difasico.

Sia :

$$X = \Phi_0 \sin \omega t,$$

la componente orizzontale del flusso girante Φ_0 , dovuta a due bobine opposte percorse dalla corrente I , sarà :

$$I = K \Phi_0 \sin \omega t,$$

ove K è una costante dipendente dalla riluttanza del circuito magnetico in cui si produce il flusso Φ_0 e dal numero di spire delle bobine.

Se ne deduce che l'intensità nelle bobine considerate è in concordanza di fase con X , o col flusso da essa prodotto.

Se chiamiamo invece Φ_1 il flusso risultante dalla composizione di Φ_0 col flusso proprio dell'indotto, Φ_1 sarà un flusso girante con velocità ω , ma in ritardo di un angolo θ sul flusso Φ_0 , con:

$$(1) \quad \tan \theta = \frac{L_1 (\omega - \omega')}{R}.$$

Sia X_1 la componente orizzontale del flusso Φ_1 , ed e_1 la differenza di potenziale ai poli delle bobine dianzi considerate; avremo, trascu-

rando in prima approssimazione le cadute di potenziale ohmiche di fronte alle forze elettromotrici di autoinduzione:

$$e_1 = K' \frac{dX_1}{dt},$$

ma è:

$$X_1 = \Phi_1 \sin(\omega t - \theta),$$

quindi sarà:

$$\begin{aligned} e_1 &= K' \omega \Phi_1 \cos(\omega t - \theta), \\ &= -K' \omega \Phi_1 \sin\left[\omega t - \left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)\right], \\ &= K' \omega \Phi_1 \sin\left[\omega t - \left(\frac{3\pi}{2} + \theta\right)\right], \end{aligned}$$

ma è:

$$\Phi_1 = \Phi_0 \cos \theta,$$

quindi:

$$(2) \quad e_1 = K' \omega \Phi_0 \cos \theta \sin\left[\omega t - \left(\frac{3\pi}{2} + \theta\right)\right],$$

cioè e_1 è in ritardo rispetto ad I dell'angolo $\frac{3\pi}{2} + \theta$.

Ora, indicando con ϕ questo ritardo, la potenza elettrica spesa dalla rete nelle bobine è data da:

$$P = I_{\text{eff.}} (e_1)_{\text{eff.}} \cos \phi,$$

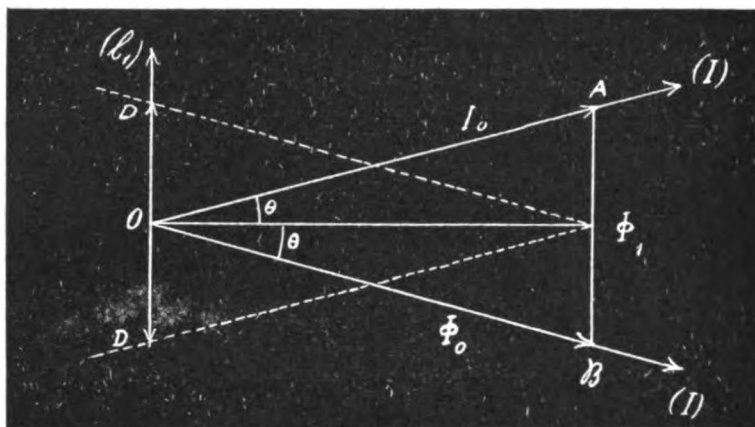
quindi:

$$P = \frac{K K' \Phi_0^2 \omega \cos \theta}{2} \cos\left(\frac{3\pi}{2} + \theta\right).$$

Risulta intanto dalla (1) che quando al crescere di ω' diviene $\omega' > \omega$, $\tan \theta$ e quindi θ cambia di segno; cosicchè finchè θ è positivo, cioè $\omega' < \omega$, sarà $\cos\left(\frac{3\pi}{2} + \theta\right)$ positivo e quindi P positivo; invece quando è $\omega' > \omega$, θ diventa negativo e così pure $\cos\left(\frac{3\pi}{2} + \theta\right)$; quindi il coseno della differenza di fase tra e_1 e I cambiando di segno, diventa negativa anche la potenza elettrica spesa nelle bobine, cioè il motore diventa generatore.

Un diagramma permette di arrivare più facilmente alle stesse conclusioni.

Sia Φ_1 il flusso risultante che ruoti nel senso della freccia. È Φ_1 che resta costante in grandezza e in fase se il motore lavora a potenziale



costante. Esso inoltre risulta dalla combinazione del flusso induttore anticipato O A (per θ positivo) col flusso proprio dell'indotto O D, o del flusso induttore ritardato O B (per θ negativo, cioè $\omega' > \omega$) col flusso dell'indotto O E.

Il vettore rappresentante I deve essere parallelo a Φ_0 (*), poichè sono in fase I e X_0 , proiezione orizzontale di Φ_0 ; invece e_1 è per la (3) in anticipo di $\frac{\pi}{2}$ su X_1 , cioè il vettore che lo rappresenta è sempre diretto secondo O E.

Ora l'angolo E O A, ovvero E O B, il cui coseno è fattore di potenza, è acuto per θ positivo, ottuso nel caso contrario. S'intende così come dall'uno all'altro caso il motore diventi generatore.

(*) Secondo i casi O A od O B.

N. 6.

**METODI E STRUMENTI DI MISURA
PER SISTEMI TRIFASI
BASATI SOPRA SPECIALI PROPRIETÀ DEI SISTEMI STESSI**

NOTA III.

**CONTATORE DI ENERGIA PER SISTEMI TRIFASI
ESATTO PER CARICHI INDUTTIVI**

NOTA

dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ

letta alla Sezione di Milano nella Seduta del 19 Dicembre 1900

(Con 6 figure).

In una mia Nota (*), letta al Congresso di Eletttricisti in Como, ho dimostrato come un apparecchio di induzione a campo Ferraris, nel quale le due spirali induttrici siano rispettivamente una spirale amperometrica ed una spirale voltometrica, possa rispettivamente servire come wattometro e come contatore di energia per la misura esatta della potenza e del lavoro in sistemi trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi.

Siano I e I' le intensità efficaci di due correnti alternative sinusoidali, e sia ϕ il valore angolare della differenza di fase fra le dette correnti. Se queste si fanno passare attraverso alle due spirali induttrici di un apparecchio di induzione a campo Ferraris, si ha, detta δ la deviazione che subisce la spirale indotta sotto l'azione del campo Ferraris generato dalle correnti date:

$$II' \sin \phi = H \delta,$$

ove H è una costante.

(*) « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », vol. III.

E se, delle due spirali induttrici dell'apparecchio a campo Ferraris, l'una è amperometrica e l'altra voltometrica, si ha ancora, detta C una costante e V la differenza di potenziale alternativa efficace esistente fra le estremità della spirale voltometrica:

$$VI \sin(\phi - \psi) = C \delta,$$

ove ψ rappresenta il ritardo di fase, dovuto all'induttanza della spirale voltometrica, della corrente I' , che attraversa la detta spirale, rispetto alla differenza di potenziale fra le estremità della spirale voltometrica medesima.

Si immagini ora che la spirale amperometrica S_a dell'apparecchio a campo Ferraris venga inserita in uno dei tre conduttori a, b, c , di un sistema trifase simmetricamente carico, per esempio nel conduttore a (fig. 1); e che la spirale voltometrica S_v sia posta in deriva-

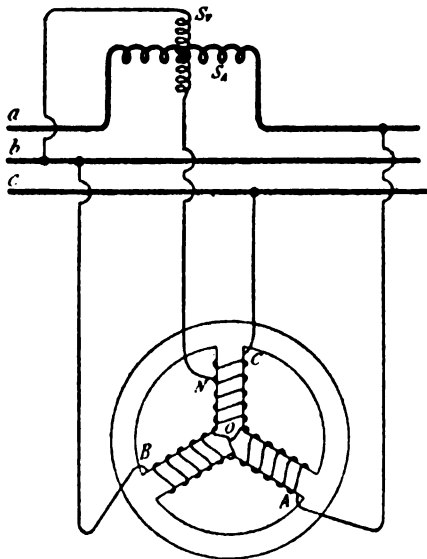


Fig. 1.

zione fra i punti B ed N del concatenamento OA, OB, OC (*), ove N è un punto del ramo CO del concatenamento stesso: tale punto N essendo così scelto fra i punti C ed O, che la differenza di poten-

(*) Praticamente il concatenamento OA, OB, OC, con cui si ricava il punto N, può essere costituito come una ordinaria bobina a reazione per sistemi trifasi.

ziale V fra i punti O ed A (fig. 2) risulti in precedenza di fase di un angolo uguale a $90^\circ - \psi$, rispetto alla differenza di potenziale V_x fra B ed N .

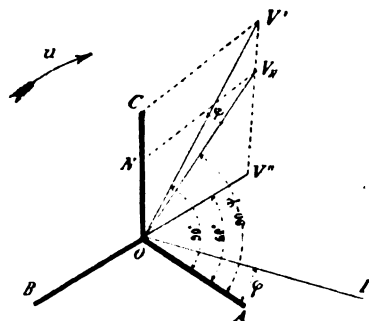


Fig. 2.

Si scrive allora:

$$VI \sin (90 - \psi - \phi + \psi) = VI \cos \phi = W = K \dot{\theta},$$

ove K è una costante e W la potenza della corrente alternativa in uno dei tre rami del concatenamento.

Che se poi (ed è questo il caso che ci interessa quivi di considerare) si voglia usare l'apparecchio di induzione a campo Ferraris, applicato secondo il principio ora esposto, come contatore di energia, dovranno ancora essere soddisfatte le due condizioni seguenti:

- 1° L'induttanza dell'armatura del motorino a campo Ferraris dovrà essere assai piccola; onde occorrerà dare forma e disposizione conveniente all'armatura stessa e costruire il contatore privo di ferro;
- 2° Si dovrà opporre alla rotazione dell'armatura una resistenza tale, che il lavoro resistente, prescindendo dagli attriti, sia proporzionale al quadrato della velocità di rotazione: tale resistenza potendo molto opportunamente essere quella dovuta alle correnti di Foucault, che si sviluppano in un disco di rame, o di alluminio, trascinato in movimento fra le estremità polari di alcuni magneti.

Per la determinazione della posizione del punto N si può ricorrere al calcolo, purchè venga preventivamente determinato il coefficiente di autoinduzione della spirale voltometrica. Più comodo e pratico è pertanto ricorrere all'esperimento, inserendo il contatore per modo da indicare l'energia fornita rispettivamente ad apparecchi non induttivi, per esempio lampade ad incandescenza, e ad apparecchi induttivi (con un piccolo valore di $\cos \phi$), per esempio, motori funzionanti a vuoto o con piccolo carico; e cercando gradualmente la posizione del punto N ,

fino ad ottenere l'esattezza nelle indicazioni del contatore, nell'una e nell'altra esperienza.

Ma occorre ancora osservare come non sia indifferente scegliere il punto N sulla branca OC o su quella OB del concatenamento OA, OB, OC.

Nel primo caso (fig. 2), infatti, si ricava, come già si è detto:

$$VI \sin (90 - \psi - \phi + \psi) = VI \cos \phi = W = K \delta,$$

mentre nel secondo caso (fig. 3) si ottiene invece:

$$VI \sin (90 + \psi - \phi + \psi) = VI \cos (\phi - 2\psi) = K \delta.$$

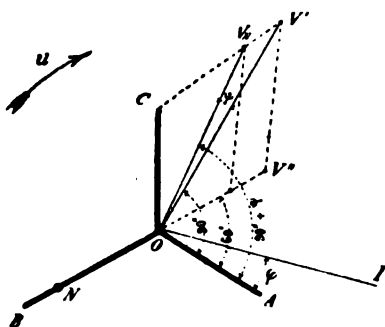


Fig. 3.

Ora, se si inserisse la spirale voltometrica direttamente fra i punti B e C, si avrebbe:

$$VI \sin (90 - \phi + \psi) = VI \cos (\phi - \psi) = K \delta.$$

Se dunque il punto N è scelto sul lato OC del concatenamento, l'errore dovuto all'induttanza della spirale voltometrica si annulla; mentre, qualora il punto N fosse scelto sul lato OB del concatenamento stesso, tale errore si verrebbe in ogni caso a moltiplicare.

Se, per brevità, denotiamo « fase ampère » la fase della branca OA, in cui viene inserita la spirale amperometrica, e « fase del punto N » la fase della branca OC, sulla quale si deve prendere il punto N (primo caso), dall'esame della figura 2 si giunge alla seguente conclusione: e cioè che la « fase del punto N » è quella che è in ritardo di 120° rispetto alla « fase ampère ».

Il punto C, estremo del lato OC, su cui si trova il punto N, non può dunque essere riunito ad uno qualunque dei due conduttori b e c, che col terzo conduttore a, nel quale è inserita la spirale ampero-

metrica, costituiscono il sistema trifase (fig. 1); ma bensì ad uno tale dei due conduttori b e c , per modo che abbia ad essere soddisfatta la proposizione ora enunciata.

Per conoscere quale è quello dei due conduttori b e c che deve essere riunito al punto C , io ricorro ad uno speciale apparecchio, che denomino « apparecchio indicatore della fase del punto N » e di cui si dovrà sempre essere forniti nell'atto di fare l'installazione di un contatore secondo il mio sistema.

Questo apparecchio è costituito da un piccolo anello di ferro suddiviso (fig. 4), su cui è avvolta una spirale di filo fino e di un grande

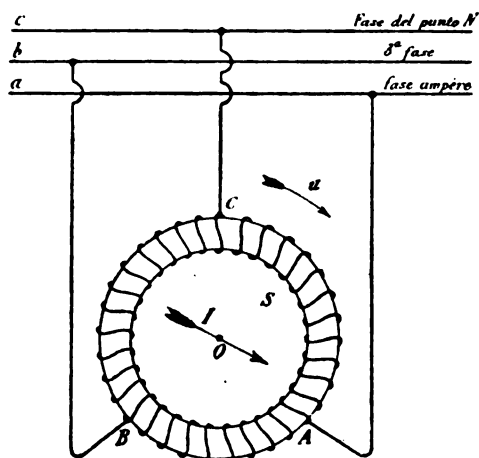


Fig. 4.

numero di spire: la detta spirale essendo suddivisa in tre punti A , B , C , ad uguale distanza angolare l'uno dall'altro. Nel centro dello spazio S , racchiuso dall'anello in questione, si trova un piccolo disco conduttore, capace di ruotare intorno al suo centro O e portante un indice I , destinato ad indicare il verso della rotazione del disco stesso.

Orbene, se si inserisce la spirale ABC (fig. 4) nel sistema trifase abc , si viene a generare nello spazio S un campo magnetico rotante.

Onde ne risulta che (supposto il punto A riunito alla « fase ampère ») quello dei due punti B e C , che è collegato alla « fase del punto N », si trova, rispetto al punto A , alla distanza angolare di 120° in ritardo nel senso della rotazione dell'indice I .

Nel caso della figura, ove si suppone la rotazione di I avvenire nel verso u delle lancette di un orologio, è dunque il punto C quello dei

due punti B e C che si trova essere riunito alla « fase del punto N ». Il che è quanto dire che nel conduttore *c* del sistema trifase considerato si deve riconoscere la « fase del punto N ».

Nella figura 5 è rappresentato un contatore di energia secondo il mio sistema, inserito nella rete trifase *abc*.

S_A ed S_V sono rispettivamente le due spirali amperometrica e vol-

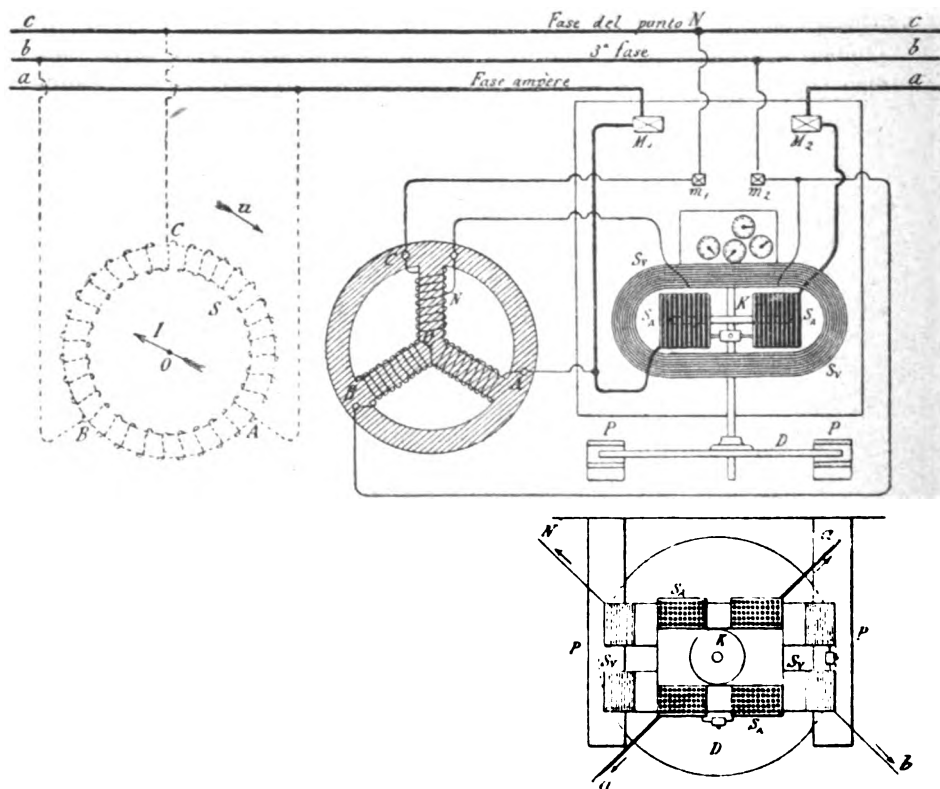


Fig. 5.

tometrica; K l'armatura del motorino a campo Ferraris; D il disco conduttore rotante fra le estremità polari dei magneti P; OA, OB, OC il concatenamento sul ramo CO, del quale esiste il punto N.

Per inserire in circuito il contatore si incomincia dunque a scegliere uno dei tre conduttori *a, b, c*, per esempio *a*, come « fase ampère », ed in tale conduttore si inserisce la spirale amperometrica S_A , le cui estremità comunicano coi morsetti M_1 ed M_2 .

Dopo ciò, per mezzo dell'« apparecchio indicatore », si stabilisce

quale dei due conduttori b e c è « fase del punto N »: nel caso della figura il conduttore c .

Si riuniscono allora finalmente gli altri due morsetti m_1 ed m_2 del contatore a tali due conduttori, con l'avvertenza però di collegare col conduttore c il morsetto m_1 , che è, a sua volta, riunito con l'estremità C del ramo CO del concatenamento OA, OB, OC (*).

La figura 6, in cui è ancora rappresentato il contatore ora de-

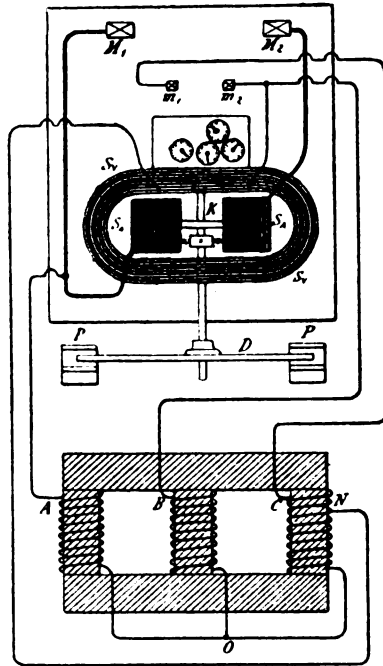


Fig. 6.

scritto, è destinata a porre in chiaro come venga in pratica costruito e disposto, rispetto al contatore medesimo, il concatenamento OA, OB, OC, destinato a ricavare il punto N.

Per semplicità di costruzione conviene che il nucleo del detto concatenamento, anziché avere la forma di un anello, venga costituito come il nucleo magnetico degli ordinari trasformatori trifasi: nel qual caso l'apparecchio viene ad assumere la forma indicata in figura.

(*) Per indicare che il morsetto m , è quello che va unito alla « fase del punto N », viene segnato dal costruttore, in vicinanza di m_1 , il simbolo (N).

I risultati delle esperienze eseguite sui miei contatori di energia mi conducono ad affermare che, mentre quando il punto N coincide col punto C, si hanno degli errori considerevoli per un piccolo valore del fattore di potenza $\cos \phi$: trasportando convenientemente il punto N sulla branca CO del concatenamento OA, OB, OC, si giunge ad ottenere l'esattezza pratica assoluta nelle indicazioni del contatore, per qualsiasi valore di $\cos \phi$.

N. 7.**APPARECCHI DI MISURA E DI CONTROLLO
A CAMPO ELETTRICO ROTANTE****NOTA IV.****VOLTOMETRO A CAMPO ELETTRICO ROTANTE
PER SISTEMI A CORRENTE ALTERNATA SEMPLICE****NOTA**

dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ

letta nella Sezione di Milano nella Seduta del 19 Dicembre 1900

(Con una figura).

In una mia Comunicazione (*), fatta al Congresso degli Eletttricisti, ho dimostrato come il principio da me scoperto, della rotazione di un cilindro dielettrico in un campo elettrico rotante, possa venire vantaggiosamente utilizzato nella costruzione di apparecchi di misura per distribuzioni di energia a correnti polifasi.

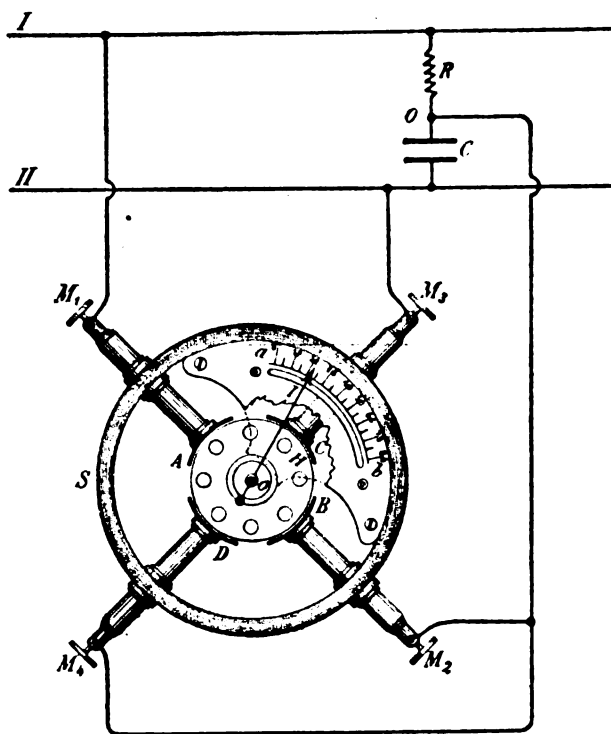
Per mostrare in qual modo simili strumenti di misura potrebbero venire costrutti, ho allora descritto, soltanto a titolo di esempio, un voltmetro di siffatto tipo applicabile ad una rete trifase.

È scopo di questa mia Comunicazione il porre in chiaro come, seguendo un tale ordine di idee, sia possibile escogitare un apparecchio di misura avente il medesimo scopo di quello di cui ho ora fatto cenno, ma destinato a ricevere applicazione, non più soltanto nel caso di un sistema polifase, ma bensì in una distribuzione di energia a corrente alternata semplice.

L'apparecchio, di cui intendo parlare, si compone di due parti: dell'apparecchio generatore del campo elettrico rotante e del voltmetro propriamente detto.

(*) « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », vol. III.

Per la produzione del campo elettrico rotante io inserisco fra i due conduttori I e II, fra cui esiste la differenza di potenziale alternativa che si tratta di misurare, un condensatore C di piccolissima capacità



elettrostatica, costituito, per esempio, da una piccola bottiglia di Leyda, in serie con una grandissima resistenza R, priva di induzione propria: per costituire la quale si può convenientemente ricorrere ad una colonna di acqua distillata o ad un sottile strato di grafite, di cui si possa far variare a piacimento la lunghezza o la sezione. Ne segue che, determinato il valore di questa o quella, per modo che abbia a risultare:

$$r = \frac{1}{2\pi u C},$$

ove u è la frequenza della corrente alternativa, c la capacità in microfarad del condensatore C, ed r il valore della resistenza R espressa in megohm: le due differenze di potenziale alternative efficaci, rispettivamente esistenti fra le estremità di R e fra le armature di C, risultano praticamente uguali e spostate di fase l'una rispetto all'altra

di 90° . Mediante tali differenze di potenziale si può dunque generare un campo elettrico rotante, e conseguentemente provocare la rotazione di un cilindro dielettrico nel campo stesso: il che appunto è quanto si utilizza nell'apparecchio di misura, di cui più innanzi ho fatto cenno e che passo ora a descrivere.

S è uno schermo metallico in cui si racchiude l'istrumento; A, B, C, D, sono segmenti metallici cilindrici, di cui A e C sono posti, mediante i morsetti M_1 e M_3 , rispettivamente in comunicazione coi due conduttori I e II del sistema a corrente alternata, su cui si sperimenta; e B, D comunicano, mediante i morsetti M_2 e M_4 , col punto neutro O di congiunzione della resistenza R col condensatore C.

H è un cilindro di materiale dielettrico, capace di rotare intorno al proprio asse O e mantenuto da una molla in una determinata posizione di equilibrio, in corrispondenza della quale l'indice I, solidale col cilindro stesso, coincide con lo zero della graduazione *ab*.

Così inserito l'apparecchio, ne avviene che nello spazio compreso fra le lastre A, B, C, D si genera un campo elettrico rotante, dovuto alla sovrapposizione di due campi elettrici alternativi di uguale intensità e spostati di fase di 90° , che rispettivamente esistono fra le lastre A, B e C, D. Onde il cilindro dielettrico H, che si trova sottoposto all'azione di quel campo, prende a rotare intorno al suo asse O, traendo seco l'indice I ed arrestandosi in una data posizione, determinata dall'intensità del campo stesso, e quindi dalla differenza di potenziale esistente fra i due conduttori del sistema a corrente alternata considerato.

Lo strumento può quindi essere preventivamente tarato, per modo che dalle sue indicazioni si abbiano i valori di tale differenza di potenziale espressa in volt od in multipli di volt.

N. 8.**NOTIZIE**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA**SEZIONE DI BOLOGNA.****2 dicembre 1900, ore 10. — Adunanza.**

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Lettura del verbale della seduta precedente.*
2. *Relazione dell'ing. P. LANINO sulle deliberazioni dell'Assemblea Generale di Genova.*
3. *Discussione sulla convenienza di un Regolamento della A. E. I. sulle « Norme di sicurezza per gli impianti elettrici », ed eventuale discussione sui criteri informativi del medesimo.*
4. *Proposta del Consiglio Direttivo per la sistemazione dei rapporti contabili fra le Sezioni e la Sede Centrale.*
5. *Proposta del Consiglio Direttivo per una riunione periodica mensile della Sezione per leggere e discutere le eventuali comunicazioni dei Soci.*
6. *Elezione di un Segretario in sostituzione dell'ing. Alfredo Donati, dimissionario per partenza.*
7. *Eventuali comunicazioni del Consiglio Direttivo.*

Presiede il Presidente prof. L. Donati. È approvato all'unanimità il verbale della seduta precedente. L'ing. E. Lanino riferisce sugli argomenti trattati nell'ultima Assemblea Generale della A. E. I., e cioè:

1° Sulla opportunità di un Regolamento per le « Norme di sicurezza degli impianti elettrici »;

2° Sui rapporti amministrativi fra le Sezioni e la Sede Centrale;

3° Sulla trasformazione degli Atti della A. E. I. in un periodico di elettricità.

L'Assemblea delega al Presidente la costituzione di una Commissione che studi l'argomento della « sicurezza degli impianti elettrici », e che entro il mese di marzo dell'anno 1901 riferisca all'Assemblea.

L'Assemblea della Sezione di Bologna della A. E. I., in mancanza di un Regolamento che sistemi i rapporti contabili fra le singole Sezioni e la Sede Centrale, delibera di proporre alla Sede Centrale le seguenti norme:

1° Che il debito della Sezione venga stabilito sul numero dei Soci, per cui viene emessa la tessera per l'anno relativo, detraendone l'importo delle morosità dell'anno precedente;

2° Che il pagamento del debito della Sezione venga fatto con tre versamenti quadrimestrali, al 30 aprile, al 31 agosto ed al 31 dicembre di ogni anno;

3° Nel versamento del 30 aprile saranno computate a credito le morosità dell'anno precedente.

L'Assemblea delibera di tenere una serie di conferenze mensili su argomenti interessanti l'Elettrotecnica e una serie di discussioni mensili sugli stessi argomenti.

L'Assemblea non accetta le dimissioni del Segretario ing. Alfredo Donati, essendo venuti a mancare i motivi che le determinarono.

7 febbraio 1901, ore 20,30. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

- 1. Lettura del verbale della seduta precedente.*
- 2. Relazione dell'andamento della Sezione nel suo primo anno di vita; discussione ed approvazione del nuovo Bilancio.*
- 3. Relazione della Commissione incaricata di riferire sulla questione delle « Norme per la sicurezza degli impianti elettrici ».*
- 4. Elezione del Consiglio Direttivo per l'anno 1901.*
- 5. Sorteggio ed elezione di un Consigliere-Delegato al Consiglio Generale.*

Presiede il Presidente prof. Luigi Donati:

1° Si dà lettura del verbale della seduta precedente, che viene approvato;

2° Viene data comunicazione del Bilancio consuntivo dell'anno 1900, che risulta approvato all'unanimità.

Il Presidente dà relazione all'Assemblea dell'andamento della Sezione di Bologna dell'A. E. I. nel suo primo anno di vita.

Benchè l'attesa dell'approvazione, da parte del Consiglio Generale dell'A. E. I., del Regolamento interno della nostra Sezione ne abbia ritardata la costituzione definitiva, pure non si trascurarono gli scopi che l'Associazione si propone, ed a tale scopo ricorda i corsi di conferenze tenute per cura di alcuni Soci su importanti argomenti di elettrotecnica e le esercitazioni pratiche, pure dirette da alcuni Soci; l'assiduità con cui le conferenze e le esercitazioni furono frequentate mostra quanto esse riuscissero gradite e proficue.

Da tutto ciò è a trarsi argomento a bene sperare per un ulteriore e più rigoglioso sviluppo della nostra Sezione.

Si dà quindi lettura del Bilancio preventivo per l'anno 1901, che presenta un avanzo attivo di L. 65, e viene a voti unanimi approvato.

3° Il Presidente dà lettura della Relazione della Commissione incaricata dello Studio per le « Norme di sicurezza degli impianti elettrici », Relazione stesa dal Commissario ing. Pietro Lanino. Dopo breve discussione e dilucidazioni date dal Presidente in proposito, la Relazione è approvata e si delibera di farne inserire le conclusioni negli Atti della A. E. I.

Su proposta del Socio prof. Domenico Gorneri, l'Assemblea unanime prega il Presidente di porgere alla Direzione di Bologna della Rete Adriatica i ringraziamenti dei Soci per la gita d'istruzione su di una vettura elettrica ad accumulatore sulla linea Bologna-San Felice; gita cui la Direzione della Rete invitò gentilmente i nostri Soci.

I due ultimi argomenti all'Ordine del giorno, per consenso di tutti i Soci presenti, furono rimessi ad altra Assemblea, stante l'esiguo numero degli intervenuti.

SEZIONE DI FIRENZE.

20 dicembre 1900, ore 8,30. — Adunanza.

ASSEMBLEA ANNUALE.

Dietro invito del Consiglio Direttivo, e a norma del Regolamento, si sono radunati i Soci della Sezione Toscana per l'Assemblea annuale il giorno 20 dicembre 1900, ad ore 8 1/2 pom., nella sala g. c. del Collegio Toscano degli Ingegneri ed Architetti in Lungarno Acciaiuoli, n. 4, col seguente ordine del giorno:

1. *Discussione e approvazione del Bilancio consuntivo per l'anno 1900 (art. 9 del Reg.).*
2. *Sorteggio delle cariche sociali scadute (art. 9 e 15 del Reg.).*
3. *Comunicazioni diverse della Presidenza.*

Assume la Presidenza il prof. Guido Vimercati in luogo del prof. Antonio Pacinotti, assente, ed invita il Segretario a comunicare all'Assemblea il Bilancio consuntivo del primo semestre di costituzione.

Detto Bilancio non solleva discussioni; ma, mancando il numero regolamentare di Soci all'Assemblea, la sua approvazione viene rimandata all'adunanza seguente.

Si passa al sorteggio delle cariche sociali scadute.

Domanda la parola il Socio Papini per una proposta in merito: Tenuto conto, egli osserva, della data in cui sono avvenute le prime elezioni e del breve tempo toccato alla Direzione del Consiglio attuale, troppo breve per poter esplicitare un'azione o un indirizzo pratico al gruppo Toscano, io proporrei che non si procedesse ora al sorteggio, ma che questo fosse rimandato alla prossima scadenza, per dar agio al Consiglio attuale di tracciare un vero indirizzo alla Sezione, rimasta fino ad ora inattiva per gli ostacoli incontrati nella ricerca della sede.

Il Presidente ringrazia vivamente il Socio Papini della proposta, che esprime gentilmente la sua fiducia nel Consiglio Direttivo ora in carica, ma fa osservare che la mancanza del numero legale non permette di prendere alcuna decisione in proposito.

Si stabilisce allora all'unanimità di porre la proposta del Socio Papini all'ordine del giorno per la prossima Assemblea.

Prende quindi la parola il Presidente per dar comunicazione all'adunanza del lavoro fatto dal Consiglio nella sua gestione e delle intenzioni che lo avrebbero animato, se il tempo lo avesse concesso. Parla a lungo delle difficoltà incontrate nel fissare una sede opportuna alla Sezione, delle pratiche fatte presso il Collegio degli Ingegneri, presso la Pro-Cultura, presso il Circolo Filologico e presso privati, e dei risultati negativi avuti dappertutto. Con vera compiacenza dà quindi lettura di una gentilissima offerta fatta dal Socio Martinez per levare la Sezione da una difficoltà assai grave. Il Socio Martinez offre alla Sezione Toscana una sala di sua proprietà in Viale Regina Vittoria, illuminata a luce elettrica ed arredata convenientemente, con l'uso pure dei giornali e periodici tecnici dell'Officina Galileo.

Il Consiglio, aggiunge il Presidente, ha già accettato con plauso la preziosa offerta, e non dubita che tale debba essere anche l'avviso dei Soci. A nome quindi di tutti egli manda un vivo ringraziamento al Socio ing. Martinez.

Proseguendo, il Presidente comunica ancora un'altra offerta gentilissima fatta dal prof. Roiti, il quale ha deciso di mettere a disposizione dei Soci della Sezione Toscana un certo numero di periodici tecnici della sua collezione.

Anche al prof. Roiti, che ha già ringraziato a nome del Consiglio, egli invia per tutti un sentito ringraziamento.

Continuando, il prof. Vimercati fa cenno all'Assemblea di un corso di conferenze che il Consiglio avrebbe intenzione di dare quanto prima; conferenze d'indole sì popolare che scientifica, ma prevalentemente scientifica, e a pagamento o no, a seconda delle circostanze.

Ricorda di richieste avute anche per un corso di lezioni di elettrotecnica; la questione, egli osserva, è praticamente abbastanza complessa, ma potrà essere presa in serio esame in avvenire.

In fine, parla della convenienza per la Sezione di avere un proprio organo di pubblicazioni; un tal organo, oltre che essere un buon impulso al movimento intellettuale del gruppo Toscano, arricchirebbe ben presto la collezione dei periodici scientifici della Sezione.

Egli spera molto nel contributo dei Soci per questo riguardo, ed è d'avviso che anche il numero dei componenti la Sezione andrà ben presto aumentando notevolmente.

L'Assemblea è sciolta ad ore 11 pom.

30 gennaio 1901, ore 8,30. — Adunanza.

ASSEMBLEA GENERALE.

Dietro invito del « Consiglio Direttivo » si sono radunati in Assemblea Generale i soci della Sezione Toscana, ad ore 8 1/2 pom. nella sala, gentilmente concessa, del Collegio Toscano degli Ingegneri ed Architetti in Lungarno Acciaiuoli, n. 4, col seguente ordine del giorno:

1. *Votazione del Bilancio consuntivo e preventivo.*
2. *Sorteggio delle cariche sociali scadute.*
3. *Elezioni di due nuovi Consiglieri.*
4. *Comunicazioni varie dell'attuale Consiglio Direttivo.*

Sono presenti alla seduta N. 10 soci; altri 9 inviarono le loro votazioni per corrispondenza.

Aperta la seduta, il Vicepresidente prof. G. Vimercati, per il prof. A. Pacinotti assente, presenta all'approvazione dell'Assemblea il Bilancio consuntivo del 1° semestre di costituzione. Questo viene approvato all'unanimità, senza obiezioni di sorta, con voti 15, essendosi astenuti dalla votazione i quattro membri del Consiglio, presenti alla seduta.

Sul Bilancio preventivo per l'anno 1901 il prof. Pasqualini fa una proposta per un piccolo spostamento dei fondi contemplati nel Bilancio stesso. Propone cioè, che si assegnino L. 150 per il mobiglio e L. 50 per spese diverse, in luogo delle L. 100 previste per ambidue i titoli. Poichè detta variante non altera essenzialmente il Bilancio presentato, essa viene accettata senza discussione, ed il Bilancio preventivo resta approvato all'unanimità, nella forma che si allega al presente verbale.

Passando al paragrafo 2° dell'ordine del giorno il Presidente rammenta ai Soci presenti la proposta Papini che riguarda detto paragrafo, e dà spiegazioni sulla medesima in conformità a quanto fu comunicato a tutti i Soci per circolare.

Invita quindi alla votazione.

Fatto lo spoglio delle schede risulta che la proposta è approvata con voti 15, essendosi il Consiglio astenuto.

Di conseguenza l'attuale Consiglio Direttivo resta ancora in carica invariato per tutto l'anno 1901.

Il Presidente prof. Vimercati, a nome dei colleghi ringrazia vivamente i presenti per la fiducia che i Soci han voluto dimostrare, con questa votazione, all'attuale Consiglio.

A norma dello Statuto fondamentale dell'Associazione il Presidente invita quindi i Soci ad eleggere due nuovi Consiglieri, essendosi oltrepassato il numero di 50 Soci.

Si fa lo spoglio delle schede, e si notifica il risultato seguente:

Ing. Giulio Martinez, voti 17.

Prof. Luigi Pasqualini » 17.

Schede bianche n. 2.

Votanti N. 19, di cui 9 per corrispondenza.

I Soci ing. Martinez e prof. Pasqualini, sono quindi eletti consiglieri ed entrano senz'altro a far parte del Consiglio Direttivo.

Il Segretario, ing. Folco, chiesta la parola, dopo aver comunicato all'Assemblea una cortese lettera del Socio ing. C. Montù di Torino, fa notare che l'Assemblea deve eleggere pure i suoi delegati per la Sede Centrale; proporrebbe a questo riguardo il socio ing. Montù che si trova in condizioni di dimora assai opportune per rappresentare la Sezione Toscana.

Il Presidente prende nota della proposta, ma non potendo porla a votazione, perchè non compresa nell'ordine del giorno, prega di rimetterla alla prossima adunanza Generale.

Si approva.

Chiusa le votazioni, il Consiglio Direttivo apre la discussione sulla proposta di una serie di conferenze già ventilata nell'adunanza annuale del 1900.

Il consigliere Santarelli, facendo notare come conferenze d'indole popolare si tengono abitualmente in altre sedi, è d'avviso che la Sezione Toscana si preoccupi di trattazioni d'indole un po' diversa e più elevata dal punto di vista scientifico. Tale essendo pure il parere degli altri Soci, il Consiglio Direttivo prende atto delle buone promesse dei vari membri per concorrere a dar buon esito a queste utili riunioni.

L'ing. Folco propone che a tali conferenze si dia il carattere, almeno inizialmente, della maggior pubblicità, anche per il vantaggio che ne potrebbe derivare alla Sezione e come nuovi Soci, e come incasso, qualora si volessero stabilire a pagamento.

L'ing. Santarelli è dello stesso avviso; però vorrebbe fare qualche restrizione alla troppa pubblicità di tali riunioni, per evitare il pericolo di avere una massa di uditori non sufficientemente iniziata in materia di elettricità, il che sarebbe d'imbarazzo specialmente al conferenziere.

Il prof. Pasqualini fa osservare che le conferenze pubbliche sono più d'utilità al pubblico che ai Soci; egli preferirebbe che le conferenze avessero piuttosto un carattere di discussione tra Soci e Soci nelle quali cioè si potessero manifestare, in forma di colloqui, le idee di ogni singolo Socio sopra un dato argomento. Tali discussioni rappresenterebbero la massima utilità per la Sezione Toscana. Non esclude tuttavia le conferenze pubbliche.

L'ing. Santarelli fa rilevare all'ing. Pasqualini che tali discussioni si possono benissimo tenere nelle Assemblee Generali; ciò è anche previsto dal Regolamento.

Del resto una cosa non esclude l'altra ed ambedue presentano indiscutibile utilità. Dopo qualche decisione relativamente ad argomenti secondari la seduta è tolta ad ore 11 pom.

SEZIONE DI PALERMO.

9 dicembre 1900, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO.

Comunicazione del Socio prof. CORBINO: « Sulla differenza di potenziale esistente ai poli dell'arco voltaico ».

Il Socio prof. Corbino, a nome anche del dott. Liga, fatta la storia della controversia sull'esistenza della forza controelettromotrice di polarizzazione nell'arco, comunica i risultati di talune esperienze eseguite misurando col wattometro di Blondlot e Curie la potenza spesa nell'arco con correnti rapidamente interrotte dall'apparecchio di Wehnelt. La potenza spesa è quella deducibile analiticamente dalla formula di Ayrton. Da questo gli autori deducono degli argomenti contro l'ipotesi di Edlund.

30 Dicembre 1900, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO.

Comunicazione del Socio prof. CORBINO sull'argomento: « Rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da correnti trifasiche ».

Il Socio, prof. Corbino, comunica alcune considerazioni sulla rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da correnti trifasiche, dimostrando che mentre nei circuiti percorsi da correnti monofasiche si hanno onde stazionarie di potenziale, nei summenzionati si hanno invece speciali onde progressive. Sviluppa quindi un metodo di rappresentazione stereometrica per cui si ha, per proiezione su di un piano, la distribuzione ad ogni istante dei potenziali.

27 gennaio 1901, ore 14. Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

Comunicazione del Socio prof. CORBINO sopra i seguenti argomenti: « a) Correnti rapidamente variabili nei circuiti derivati. — b) Sulle generatrici asincrone ».

Il prof. Corbino riferisce alcune sue esperienze e considerazioni teoriche sul modo come si ripartiscono le correnti variabili nei circuiti derivati, facendo rilevare che per correnti variabili con legge qualsiasi non è possibile sostituire a due circuiti derivati di data resistenza ed induttanza un unico circuito capace di produrre lo stesso effetto, cioè capace di lasciare inalterata la legge di variazione e la successione di valori della intensità.

Nella seconda comunicazione il prof. Corbino sviluppa uno studio sulle generatrici asincrone, dal quale studio viene giustificato il loro principio di funzionamento.

3 febbraio 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazione della Presidenza.*
2. *Presentazione del Bilancio consuntivo 1900 e preventivo 1901.*
3. *Elezione di un Delegato al Consiglio Generale.*
4. *Elezione di due Consiglieri di Sezione in sostituzione dei sigg. ing. Antonino Messina (dimissionario per cambiamento di residenza) ed ing. Giacinto Agnello (sorteggiato).*

Il Presidente, aperta la seduta, comunica l'ammissione a Soci dei sigg. ing. Giovanni Begotti, ing. prof. Giuseppe Tortorici, ing. prof. Michele Fileti ed ing. Andrea Marini, giuste deliberazioni del Consiglio Direttivo del 16 novembre 1900, 2 dicembre 1900, e 25 gennaio 1901.

Si approva in seguito il Bilancio consuntivo 1900 e preventivo 1901. Per quanto si riferisce alla terza parte dell'ordine del giorno, il Presidente fa notare all'Assemblea che non ha ricevuto fino ad oggi istruzione alcuna dalla Sede Centrale, cui egli ritiene sia devoluto il sorteggio, previsto dall'art. 11 dello Statuto, e quindi si sospende ogni provvedimento.

Si passa infine all'elezione dei due Consiglieri di Sezione al posto dei sigg. ing. Antonino Messina (dimissionario per cambiamento di residenza) ed ing. Giacinto Agnello (sorteggiato) e risultano eletti i sigg. ing. prof. Michele Fileti ed ing. Giacinto Agnello.

SEZIONE DI NAPOLI.

2 marzo 1901.

Ill.mo sig. Presidente dell'A. E. I.

Sede Centrale - TORINO.

In risposta alla sua nota del 4 decorso mese le fo notare come questa Sezione abbia attraversato non poche crisi in ordine al proprio Consiglio Direttivo, le quali hanno ostacolato il suo retto funzionamento.

Infatti il nostro Presidente cav. Krafft ha lasciato Napoli ed è andato a Parigi a dirigere la Società di Fives Lille e si è quindi dimesso da Presidente rimanendo però Socio.

Il Consigliere prof. Rebuffat si è dimesso da Consigliere e da Socio; il barone Oliva si è dimesso da Segretario in seguito alla nomina di lui a direttore della scuola di Arti e Mestieri di Catanzaro.

Ora si spera di infondere nuova vita alla Sezione, specialmente in seguito alla venuta in Napoli dell'egr. prof. Lombardi; e difatti si è già convenuta la coabitazione al 4 prossimo maggio della nostra sede col Collegio degl'Ingegneri (Galleria Umberto I, 50).

Mi pregio intanto notificarle, che colle ultime elezioni il Consiglio della Sezione è costituito come segue:

Presidente: Cav. uff. prof. F. P. BOUBÉE.
Vice-Presidente: Prof. ing. LUIGI LOMBARDI.
Segretario: Cav. ing. FRANCESCO AMICARELLI.
Cassiere: Cav. ing. GIORGIO DE CRISTOFORO.
Consiglieri: Cav. ing. MARIO BONGHI.
 Ing. UMBERTO COSSITTO.
 Ing. LUIGI DE BIASE.
 Prof. ing. RAFFAELE FOLINEA.

Delegati al Consiglio Generale: Comm. prof. ing. GAETANO BRUNO.
 Cav. ing. FRANCESCO AMICARELLI.

Prossimamente le rimetteremo un sunto dei verbali che ella ci chiede.
 Con i sensi della massima stima la saluto distintamente.

Il Segretario:
 F. AMICARELLI.

Il Presidente:
 F. PAOLO BOUBÉE.

SEZIONE DI TORINO.

25 ottobre 1900, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

« *La Telegrafia senza fili col corpo umano e con gli schermi metallici* »;
*Nota dei signori E. GUARINI-FORESIO e Tenente PONCELET, comunicata
 per incarico degli Autori dal Socio ing. R. PINNA.*

Presiede il Vice-Presidente prof. Lombardi. Il Socio ing. Pinna, premesse alcune notizie biografiche intorno ai signori E. Guarini-Foresio e Tenente Poncelet e sui lavori dai medesimi compiuti in ordine alla Telegrafia senza fili, dà lettura della Nota indicata nell'avviso di convocazione. L'ing. Pinna ha fatto tale lettura per aderire alla preghiera rivoltagli dal signor Guarini, ma si astiene dal prendere parte alla discussione in merito alla medesima per speciali motivi di delicatezza.

Dopo lunga discussione, cui prendono parte il prof. Lombardi ed i Soci Garbasso, Silvano, Ferraris, Verole e Capuccio, quest'ultimo presenta il seguente ordine del giorno, che è approvato a maggioranza:

« La Sezione di Torino dell'A. E. I., udita la lettura fatta dal Socio Pinna, *Sulla*
 » *Telegrafia senza fili, ecc.*, Nota dei signori E. Guarini-Foresio e Tenente Poncelet,
 » ne esprime un ringraziamento al collega e ai due autori, senza credere di po-
 » terne intraprendere nell'assenza di questi una efficace discussione ».

Viene poi presentata dal Socio Pinna la seguente aggiunta all'ordine del giorno Capuccio:

« Ma sarebbe lieta di poter assistere ad una conferenza degli autori o di uno
 » di essi, specialmente se seguita da esperimenti pratici ».

Messa ai voti, quest'aggiunta non è approvata.

La seduta è tolta alle ore 23,30.

6 dicembre 1900, ore 20,45. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazione degli accordi conchiusi con la Società Ingegneri ed Architetti e con l'Associazione Chimica Industriale per l'affitto e l'uso della Sede in comune.*
2. *Elezione:*
 - a) *del Vice-Presidente della Sezione in luogo del prof. L. LOMBARDI, passato alla Sezione di Napoli;*
 - b) *di un membro del Consiglio Direttivo, in luogo del cap. G. DE SAUTEIRON, dimissionario;*
 - c) *di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale per l'anno 1901, a tenore dell'art. 11 dello Statuto.*
3. *Ammissione di nuovi Soci.*

Presiede il Presidente comm. Cattaneo. Si comunicano gli accordi conchiusi con la Società Ingegneri ed Architetti e con l'Associazione Chimica Industriale. L'ingegnere Pinna propone un voto di plauso e di ringraziamento alla Presidenza, accolto con vive approvazioni. Sono sorteggiati e non rieleggibili i consiglieri al Consiglio Generale: ing. Diatto e ing. Schultz. Sono eletti: a Vice-Presidente della Sezione, il prof. ing. L. Ferraris; a membro del Consiglio, l'ing. L. Garrone; a Delegati al Consiglio Generale, l'ing. E. Segré e l'ing. E. Thovez. Si comunicano ammissioni di nuovi Soci. La seduta è levata alle 22,30.

23 febbraio 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Proposta del Socio ing. ENRICO SEGRÉ che sia nominata una Commissione speciale, la quale esamini le condizioni della Rete telefonica urbana in rapporto alle attuali esigenze del Servizio telefonico, tramviario e della trasmissione elettrica dell'energia in genere, e suggerisca eventuali provvedimenti.*
2. *Lettura del Socio cap. GIULIO DOUHET sul « Calcolo dei motori a campo rotante ».*

Presiede il Presidente comm. Cattaneo. Segré svolge la proposta all'ordine del giorno; ricorda i difetti degli attuali impianti, gl'inconvenienti avvenuti per la neve, le conclusioni della Commissione Governativa inviata a Milano nel 1900 e della Commissione della Sezione di Milano dell'A. E. I. Crede urgente uno studio completo della questione. Calandri difende la Società telefonica da molti appunti. Il Presidente osserva che la Commissione da eleggersi avrà per compito uno studio oggettivo e sereno della cosa. Grassi propone si accolga la proposta Segré e si deleghi la Presidenza per la nomina della Commissione. L'Assemblea approva, ed il Presidente chiama a comporla i Soci Baer, Calandri, Garrone, Grassi, Segré, Vinca, Tedeschi V. Il capitano Douhet legge la comunicazione all'ordine del giorno, accolta con vivi applausi. Grassi ha vive parole di elogio per il lavoro del capitano Douhet, che verrà integralmente pubblicato nei nostri Atti.

Il prof. Grassi comunica che, avendo proseguito gli studi sulla misura della dispersione magnetica nei trasformatori a corrente alternata, ha modificato, semplificandolo, il metodo già da lui impiegato nelle ricerche precedenti, di cui fece conoscere i risultati nella lettura fatta all'Assemblea Generale di Genova, dello scorso anno, pubblicata negli Atti dell'Associazione. La semplificazione adottata rende il metodo di uso pratico. Col primo metodo bisognava far funzionare il trasformatore col secondario chiuso in corto circuito su di un amperometro, e misurare, oltre le intensità delle correnti primaria e secondaria e la f. e. m. applicata al primario, anche la potenza mediante un wattometro ben tarato in relazione coll'amperometro e col voltmetro; e inoltre occorre misurare con precisione la resistenza del secondario col corto circuito e l'amperometro inserito, ciò che esige apparecchi delicati e prove accurate, trattandosi quasi sempre di resistenze piccolissime.

Col metodo modificato non occorre il wattometro, e il secondario lavora su di una resistenza abbastanza grande da poter essere misurata facilmente con qualunque metodo ed anche colla semplice lettura di un voltmetro e di un amperometro. Cogli elementi forniti da queste misure si calcola il valore della dispersione magnetica, servendosi di una formula abbastanza semplice.

L'autore si riserva di presentare in una prossima riunione il lavoro completo e i risultati delle misure fatte.

La seduta viene levata alle ore 23,30.

2 marzo 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. « *Studio sul calcolo degli alternatori* »; lettura del Socio prof. GUIDO GRASSI.
2. *Relazione dei Revisori dei conti sul Bilancio consuntivo 1900.*
3. *Bilancio preventivo 1901.*
4. *Nomina dei Revisori dei conti per il 1901 (3 effettivi, 2 supplenti).*
5. *Nomina di un membro del Consiglio Direttivo della Sezione in luogo del prof. L. FERRARIS, stato eletto Vice-Presidente.*

Presiede il Presidente comm. Cattaneo. Il prof. Guido Grassi legge la comunicazione all'ordine del giorno. La lettura è accolta da vivi applausi. L'ing. Artom legge la Relazione dei Revisori dei conti sul Bilancio 1900. Il Bilancio consuntivo 1900 e il Bilancio preventivo 1901 sono approvati. Si riconfermano per il 1901 i Revisori dei conti, già in carica nel 1900. Viene eletto a membro del Consiglio Direttivo della Sezione il cav. Angelo Capon, maggiore nel Genio. La seduta è levata alle ore 23.

Relazione dei Revisori dei conti

SULL'ESERCIZIO 1900.

Signori Consoci,

I vostri Revisori hanno preso visione di tutta la contabilità sociale per il decorso esercizio 1900, e l'hanno verificata pienamente regolare.

La situazione viene riassunta nello specchio seguente, dal quale vi sarà facile istituire i debiti paragoni tra il preventivo e il consuntivo dell'esercizio passato:

	ATTIVO				PASSIVO			
	Preventivo		Consuntivo		Preventivo		Consuntivo	
Cassa al 31 dicembre 1899 . . .	831	15	831	15	—	—	—	—
Incassi quota Soci ordinari . . .	2400	00	2610	00	—	—	—	—
» non residenti . . .	400	00	500	00	—	—	—	—
» collettivi . . .	600	00	880	00	—	—	—	—
Alla Sede Centrale:								
quote a L. 10 . . .	—	—	—	—	1000	00	1350	00
» a L. 20 . . .	—	—	—	—	300	00	—	—
Società Ing. ed Architetti . . .	—	—	—	—	125	00	125	10
Segreteria . . .	—	—	—	—	600	00	409	08
Inserviente Ingegneri ed Arch. . .	—	—	—	—	20	00	20	00
Spese Sede provvisoria . . .	—	—	—	—	150	00	45	00
Arredamento, trasloco e varie . . .	—	—	—	—	—	—	174	01
Affitto Sede definitiva . . .	—	—	—	—	—	—	545	15
Inserviente . . .	—	—	—	—	—	—	90	00
Illuminazione e riscaldamento . . .	—	—	—	—	—	—	39	30
Acquisto mobili . . .	—	—	—	—	—	—	83	25
Interessi conto cassa 1900 . . .	—	—	84	70	—	—	—	—
Credito esercizio 1901 per incasso 2 quote . . .	—	—	60	00	—	—	—	—
Saldo cassa al 31 dicembre 1901 . . .	—	—	—	—	2036	15	2084	96
	4231	15	4965	85	4231	15	4965	85

Dalle cifre suesposte rileverete che le previsioni furono superate nella parte attiva, mentre in quella passiva gli aumenti furono unicamente dovuti alle esigenze statutarie ed a quelle del doppio cambiamento di Sede.

La prospera situazione attuale, oltre che alla solerzia dei nostri Amministratori, è dovuta alla cortese ospitalità accordataci, per circa mezzo anno, dalla Società Alta Italia, a cui sono perciò da rinnovarsi i debiti ringraziamenti.

Uno speciale ringraziamento vi proponiamo per i colleghi signori Segré e Cappuccio che si assunsero tutte le cure relative ai cambiamenti di Sede, e che con la perfetta tenuta di ogni conto resero superflua l'opera dei vostri Revisori.

Torino, 2 marzo 1901.

*Firmati:**I Revisori dei conti:*

ALESSANDRO ARTOM.

RAIMONDO FALQUI.

ANTONIO VINCA.

Preventivo per l'esercizio 1901.

	ATTIVO				PASSIVO			
N. 80 quote Soci ordinari . .	2400	00	—	—	—	—	—	—
» 20 » non residenti .	400	00	—	—	—	—	—	—
» 20 » collettivi . .	800	00	—	—	—	—	—	—
			3600	00	—	—	—	—
Concorso Sede Centrale per affitto	—	—	200	00	—	—	—	—
Saldo cassa al 31 dicembre 1900	—	—	2084	96	—	—	—	—
A Sede Centrale:								
N. 100 quote a L. 10 . . .	—	—	—	—	1000	00	—	—
» 20 » a L. 20 . . .	—	—	—	—	400	00	—	—
					—	—	1400	00
Concorso spese Federazione:								
Affitto	—	—	—	—	900	00	—	—
Riscaldamento e luce . . .	—	—	—	—	300	00	—	—
Personale e servizio	—	—	—	—	700	00	—	—
					—	—	1900	00
Spese di Segreteria e varie . .	—	—	—	—			500	00
Spese straordinarie per impianto nuova Sede	—	—	—	—			1000	00
Saldo di cassa al 31 dicembre 1901	—	—	—	—			1084	96
			5884	96			5884	96

Torino, 2 marzo 1901.

*Firmati:**Il Segretario*

ENRICO SEGRÉ.

Il Presidente

ROBERTO CATTANEO.

Errata-corrige.

A pagina 209 del fascicolo 3°, volume 4° degli *Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana*, nella Nota alla lettura dell'ing. OLIVETTI, leggesi: *nel numero 27 ottobre 1900 del giornale « L'Elettricità »*, invece di « *L'Elettricista* ».

In detto fascicolo, nella Conferenza dell'ing. LANINO:

Pag. 214, linea 30 — fra *di* ed *elementi*, aggiungere: 288.

» 219 » 28 — fra *serie* e *tutte*, aggiungere: *e motori in parallelo*.

» 220 » 14 — fra *aderenza* e *sulle*, sostituire, alle parole *delle ruote: dei ceppi*.

» 224 » 1 — fra *45* e *all'ora*, sostituire, alla parola *kg.*: *km*.

» » » 1 — fra *120* e *con*, sostituire a *K. W.*: *K. W. H.*

» » » 11 — fra *di* e *W. H.*, sostituire al 3: 30.



Prof. Ing. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Carlo Monti.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Prof. Riccardo Arnò — Ing. Angelo Bertini — Ing. Ettore Conti — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Luigi Pontiggia.

Genova, Via Davile Chiossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Raggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Alfredo Donati.
Cassiere: Ing. Pietro Lanino.
Consiglieri: Cav. Cesare Venegone — Dott. Lavoro Amaduzzi — Ing. Ant. Dalla Noce — Ing. Alfredo Peretti.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Ing. Ferruccio Celeri.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Polinea.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze,

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Martinez Ing. Giulio — Pasqualini Prof. Luigi.

Atti 713

Vol. V.

MAGGIO 1901.

Fasc. 2°.

Pubblicazione bimensile

Conto Corrente colla Posta

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

INDICE.



- N. 9. — **Calcolo dei motori a campo rotante.** — Nota del Capitano GIULIO DOUHET,
letta alla Sezione di Torino la sera del 23 febbraio 1901 (con 5 figure) Pag. 85
- N. 10. — **Sul calcolo delle dimensioni di un alternatore.** — Lettura del Profes-
sore GIUSEPPE GRASSI, *fatta alla Sezione di Torino il 2 marzo 1901*
(con 2 figure) » 140
- N. 11. — **Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana** (Verbali delle Sedute
tenute nelle varie Sezioni) » 160
- N. 12. — **Corrispondenza** » 163

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO

TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
1901.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.

Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI.

Prof. GIUSEPPE COLOMBO

Prof. STEFANO PAGLIANI

Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.

Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thovez.

Milano. — Ing. Ettore Conti — Ing. Carlo Esterle — Ing. Palamede Guzzi —
Ing. A. Panzarasa — Ing. G. B. Pirelli — Dott. Luigi Magrini.

Genova. — Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.

Bologna. — Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.

Roma. — Ing. Ferruccio Celeri — Ing. Italo Brunelli — Prof. Angelo Battelli.

Napoli. — Ing. Franc. Amicarelli — Prof. Ing. Gaetano Bruno.

Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Prof. Michele Cantone.

Firenze. — (Non ancora eletti).

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)

On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

N. 9.

CALCOLO DEI MOTORI A CAMPO ROTANTE

NOTA

del signor GIULIO DOUHET

Capitano d'Artiglieria

letta alla Sezione di Torino la sera del 23 febbraio 1901

(Con 5 figure).



PREMESSA.

Il calcolo dei motori a campo rotante presenta ancora qualche incertezza, ed i costruttori si attengono molto ragionevolmente a dati di costruzione rilevati mediante la pratica e l'esperienza.

Le principali dimensioni del motore sono il diametro e la lunghezza della parte mobile o *rotore*; ora, per stabilire queste dimensioni il Kapp propone la formola:

$$P = k m D^2 l \overline{10}^6,$$

in cui P è la potenza del motore, D il diametro ed l la lunghezza del rotore, m la velocità angolare dell'organo mobile e k un coefficiente numerico desunto da motori già costruiti. È facile osservare che questa formola, oltre all'avere un carattere empirico evidente, porta in sé qualche cosa che impedisce la perfettibilità della costruzione dei motori, in quanto che il coefficiente k dipende da motori costruiti in precedenza. Di più, detta formola presenta una quantità infinita di soluzioni, essendo due le incognite che in essa compariscono.

Altri, per determinare il diametro del rotore, si basa su di una considerazione di ordine puramente meccanico, e cioè pone la condizione che la velocità periferica dell'organo mobile non debba superare un limite massimo determinato da condizioni di stabilità e dà la formola:

$$D = \frac{60 v}{\pi m},$$

in cui v è la velocità periferica, m il numero dei giri del rotore al minuto primo. Questa formola non dà un valore unico di D , perchè il valore di v noi possiamo immaginarlo qualunque inferiore ad un dato limite e nulla dice, a priori, che debba sempre prendersi il limite massimo. Di più, la stessa formola non tiene conto nè della potenza del motore, nè di alcun elemento elettrico, ciò che urta alquanto la logica del nostro raziocinio indicandoci uguali diametri di rotor per motori di diversissime potenze e riceventi impulso da svariatissime correnti.

Nello studio che verrò esponendo vedremo come i dati di costruzione del motore risultino perfettamente definiti una volta data la potenza che il motore deve sviluppare e gli elementi elettrici della corrente ad esso applicata, e come sia possibile determinare questi dati di costruzione. Per abbreviare questa esposizione riterrò che il lettore sia perfettamente edotto della teoria dei motori a campo rotante.

PARTE I.

Calcolo dei dati di costruzione dei motori a campo rotante.

§ 1.

CONSIDERAZIONI SOMMARIE SUL DIAGRAMMA DI HEYLAND.

Il diagramma di Heyland serve a darci tutti gli elementi del funzionamento dei motori a campo rotante.

Se prendiamo (fig. 1) due assi ortogonali OX ed OY e sull'asse delle Y a partire da O prendiamo un segmento OE che ci rappresenti il valore della corrente primaria a vuoto, ed in seguito a questo prendiamo un segmento EQ uguale ad $\frac{OE}{\sigma}$ essendo $\sigma = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$ e μ_1 e μ_2 i fattori di disperdimento del flusso rispettivamente nello statore e nel

rotore, e sul segmento $E Q$ come diametro tracciamo una semicirconfenza, per un punto qualunque D di questa semicirconfenza:

- $D O$ ci rappresenta la corrente primaria;
- $D E$ una lunghezza proporzionale alla corrente secondaria;
- $D G$ una lunghezza proporzionale alla coppia motrice;

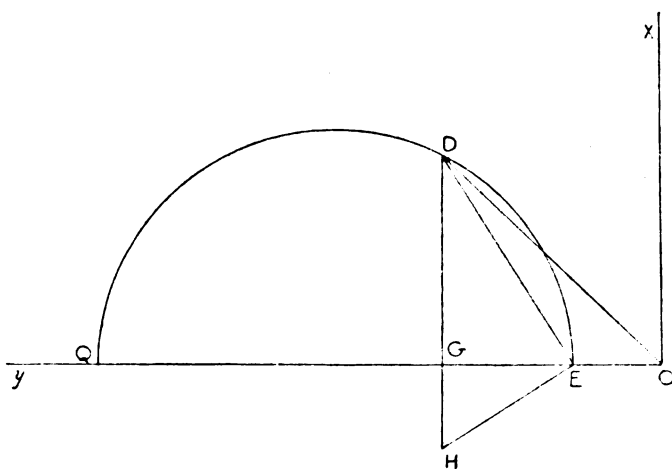


Fig. 1.

$D H$ (essendo $D E H$ retto) una lunghezza proporzionale allo scorrimento;

L'angolo $\widehat{D O X}$ lo sfasamento fra la forza elettromotrice impressa e la corrente primaria.

È noto che per favorire il rendimento del motore è bene farlo funzionare in modo che, a carico normale, la secante $O D$ si avvicini il più che sia possibile alla tangente tracciata da O al semicerchio, perchè in questo punto di funzionamento si ha la minima differenza di fase possibile fra la f. e. impressa e la corrente primaria.

Per ora mi limiterò a fare alcune sommarie considerazioni su questo diagramma, considerazioni che ci serviranno immediatamente per il calcolo dei dati di costruzione del motore, riservandomi a considerarlo più dettagliatamente in seguito.

Esaminiamo il funzionamento al punto di tangenza D (fig. 2).

Chiamiamo con a il segmento $O E$:

Avremo $E Q = \frac{a}{\sigma}$, e facendo $\frac{1}{\sigma} = 2\lambda$, avremo:

$$E Q = 2\lambda a.$$

Chiamiamo con ρ il segmento $O D$ e con s il segmento $D E$.

Dal triangolo $D O C$ ricaviamo:

$$\overline{D O}^2 = \overline{C O}^2 - \overline{C D}^2,$$

e sostituendo:

$$\rho^2 = a^2 (1 + 2\lambda),$$

e facendo:

$$C_1^2 = 1 + 2\lambda, \quad (1)$$

abbiamo:

$$\rho = C_1 a. \quad (2)$$

Quindi pel punto di tangenza il rapporto fra l'intensità primaria a carico e quella a vuoto è semplicemente funzione di ϵ .

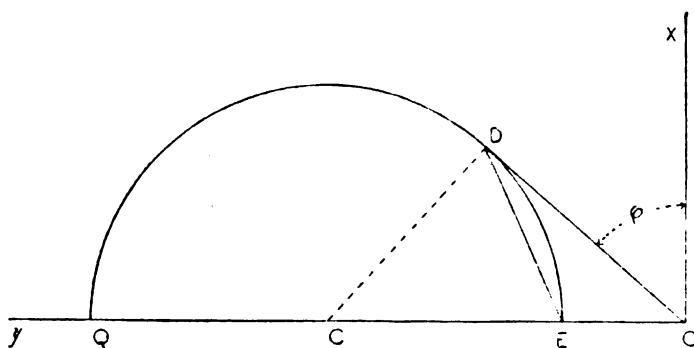


Fig. 2.

Gli angoli $\widehat{XOD}$ e $\widehat{DCO}$ sono uguali, possiamo scrivere:

$$D C = C O \cos \varphi,$$

da cui:

$$\cos \varphi = \frac{\lambda}{1 + \lambda},$$

e facendo:

$$C_2 = \frac{\lambda}{1 + \lambda}, \quad (3)$$

otteniamo:

$$\cos \varphi = C_2. \quad (4)$$

Quindi anche l'angolo di sfasamento φ dipende semplicemente da ϵ .

Essendo $\cos \varphi$ il fattore di potenza, potremo dire che anche questo è semplicemente funzione di ϵ .

Dal triangolo $C D E$ ricaviamo:

$$\overline{D E}^2 = \overline{D C}^2 + \overline{C E}^2 - 2 D C \cdot C E \cos \varphi,$$

sostituendo :

$$s^2 = a^2 \frac{2\lambda^2}{1+\lambda},$$

facendo :

$$C_3^2 = \frac{2\lambda^2}{1+\lambda}, \quad (5)$$

avremo:

$$s = C_3 a. \quad (6)$$

Quindi il rapporto fra il segmento DE (proporzionale alla intensità secondaria) e l'intensità primaria a vuoto è una funzione semplice di σ .

Dividiamo la 6^a per la 2^a, membro a membro, avremo:

$$\frac{s}{\rho} = \frac{C_3}{C_1},$$

facciamo :

$$C_4 = \frac{C_3}{C_1},$$

avremo :

$$s = C_4 \rho, \quad (7)$$

$$C_4^2 = \frac{2\lambda^2}{(1+\lambda)(1+2\lambda)}. \quad (8)$$

Quindi anche il rapporto fra s e ρ è una funzione semplice di σ .

§ 2.

CALCOLO DELLA INTENSITÀ DELLA CORRENTE A VUOTO.

Prenderò per base del calcolo un motore trifase come quello del tipo più importante; per analogia quanto dirò pel trifase potrà applicarsi facilmente ad un altro motore di diverso tipo a campo rotante.

I dati del problema saranno i seguenti:

Potenza del motore W ;

Forza elettromotrice efficace impressa e ;

Frequenza della alternativa della corrente f .

Può darsi venga anche dato l'ordine della velocità angolare che si desidera ottenere all'organo mobile, vedremo come questa condizione possa essere soddisfatta, ma per rendere il caso più generale, per ora la tralascieremo.

La potenza P di un motore trifase unito a stella può in generale esprimersi colla relazione:

$$P = 3 \eta e i \cos \phi,$$

essendo: η il fattore di rendimento, e la f. e. eff. impressa, i la intensità eff. della corrente assorbita e $\cos \phi$ il fattore di potenza.

Abbiamo visto come sia conveniente che a carico normale il motore funzioni in modo che nel diagramma di Heyland il segmento OD (fig. 2) risulti tangente al semicerchio.

Affinchè ciò avvenga è necessario che a carico normale, e cioè sviluppando la potenza W , il motore assorba una intensità di corrente uguale ad OD e che chiameremo I_1 , per cui potremo scrivere:

$$W = 3 \eta e I_1 \cos \phi.$$

Chiamiamo I_0 l'intensità a vuoto, sappiamo (2) che:

$$I_1 = C_1 I_0,$$

per cui:

$$W = 3 \eta e C_1 I_0 \cos \phi,$$

e ricavando I_0 :

$$I_0 = \frac{W}{3 \eta e C_1 \cos \phi}. \quad (9)$$

Ora noi sappiamo che C_1 e $\cos \phi$ sono semplicemente funzioni di σ , e σ a sua volta è funzione di μ_1 e μ_2 fattori di disperdimento del flusso. Perciò noi possiamo dire che il valore di I_0 è perfettamente determinato quando si conosca η rendimento e μ_1 e μ_2 . Noi potremo supporre di conoscere questi valori perchè vedremo come il metodo ci dia il mezzo di calcolare η prima di avere determinato uno solo dei dati del motore, per μ_1 e μ_2 dovremo sempre accontentarci di un valore approssimativo, perchè molto difficile riuscirebbe lo stabilire un calcolo al riguardo; del resto il metodo ci darà mezzo di valutare l'influenza dovuta all'incertezza dei valori di μ_1 e μ_2 .

In ogni modo esistono dei veri valori di η , μ_1 e μ_2 che determinano esattamente I_0 , questo basta a dimostrare che non sono esatti i metodi nei quali si assume ad arbitrio il valore della corrente primaria a vuoto.

§ 3.

ECCITAZIONE.

Il valore dell'eccitazione che si deve ottenere a vuoto è un valore che dipende unicamente dal valore dell'induzione media B che desideriamo avere nell'interferro, dallo spessore δ dell'interferro, dal modo nel quale sono disposte nella massa dello statore le spire formanti l'avvolgimento induttore e dalla qualità del ferro che adoperiamo.

Noi supporremo di introdurre i fili dell'avvolgimento induttore in

fori praticati nella massa del ferro dello statore presso la sua superficie interna, come dimostra la fig. 3. Chiameremo x la distanza fra asse ed asse di foro, y l'altezza dei fori presa nel senso radiale ed αx la larghezza dei fori presa nel senso periferico.

In questo caso noi potremo determinare il valore della eccitazione

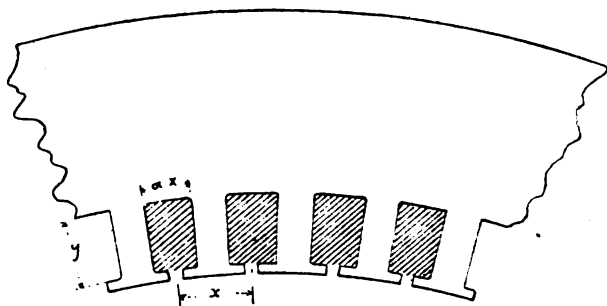


Fig. 3.

a vuoto mediante i soli valori di B , δ , α , y e della permeabilità magnetica del ferro, qualunque sia il motore considerato (V. *Appendice*).

Se quindi fissiamo i valori di B , δ , α , y e conosciamo il ferro col quale costruiremo il motore, potremo determinare il valore di M_1 numero di fili-ampère necessario per polo e per fase.

Perciò chiamando n_1 il numero dei fili per polo e per fase dell'avvolgimento primario, potremo scrivere la relazione:

$$n_1 I_0 = M_1. \quad (10)$$

§ 4.

CALCOLO DEL NUMERO DEI FILI DELL'AVVOLGIMENTO INDUTTORE E DELLA SEZIONE DEL FILO DELLO STESSO AVVOLGIMENTO.

Sia $2p$ il numero dei poli del motore ed N_1 il numero dei fili dell'avvolgimento induttore, essendo tre le fasi, avremo:

$$N_1 = 3 \cdot 2p \cdot n_1,$$

e sostituendo ad n_1 il suo valore ricavato dalla (10):

$$N_1 = \frac{6 p M_1}{I_0}. \quad (11)$$

Sappiamo che durante il funzionamento a carico normale la corrente che i fili induttori dovranno portare è I_1 , se chiameremo q la

densità di corrente che vogliamo nel rame ed s la sezione del filo di rame nudo, avremo:

$$s = \frac{I_1}{q}.$$

Però i fili debbono essere fra di loro isolati, come pure ogni fascio di fili deve essere isolato nell'interno del suo foro nel ferro, potremo perciò dire che la sezione s' del filo coperto occuperà in complesso una superficie γs , essendo γ un coefficiente maggiore di uno e dipendente dall'isolamento dei fili e del fascio. Per cui scriveremo:

$$s' = \gamma \frac{I_1}{q}.$$

Essendo N_1 il numero di tutti i fili dell'avvolgimento, la sezione complessiva S da essi occupata sarà $N_1 s'$, sostituendo ad N_1 ed s' i valori già trovati, avremo:

$$S = \frac{6 p \gamma M_1}{q} \cdot \frac{I_1}{I_0}.$$

Ma dalla (2) sappiamo $\frac{I_1}{I_0} = C_1$, per cui:

$$S = \frac{6 p \gamma M_1 C_1}{q}. \quad (12)$$

Questa espressione di S ci indica una proprietà abbastanza notevole dei motori che consideriamo.

Prima di tutto, per intenderci, chiameremo *simili* i motori che hanno uguali i valori di B , δ , α , γ , μ_1 e μ_2 e sono costituiti colla stessa qualità di ferro.

Dalla (12) ricaviamo facilmente la sezione del rame nudo per polo, sezione che chiameremo S' :

$$S' = \frac{3 M_1 C_1}{q}.$$

Questa espressione ci dice che in motori simili la sezione del rame nudo si mantiene costante qualunque sia la sua potenza ed il genere di corrente ad esso impressa.

Possiamo analizzare fisicamente il significato di questa espressione scrivendola:

$$S' q = 3 M_1 C_1.$$

Essendo S' la sezione complessiva del rame per ogni polo e q la densità della corrente $S' q$ è una intensità di corrente, ossia la quantità di elettricità che attraversa la sezione nell'unità di tempo. La corrente

produce un campo, essendo la corrente costante nei motori simili, in detti motori il campo deve essere costante. Effetto del campo è l'induzione, ora anche questa induzione deve essere costante, e ciò è di fatto per definizione dei motori simili.

§ 5.

CALCOLO DEL DIAMETRO DEL ROTORE.

Dalla fig. 3 e dalle dimensioni che vennero stabilite per i fori possiamo ricavare che la sezione di un foro è $\alpha x y$. Se chiamiamo D il diametro del rotore, di pochissimo differente dal diametro interno dello statore, essendo i fori intervallati di x , avremo che il numero dei fori sarà $\frac{\pi D}{x}$.

Per cui la sezione S'' complessiva dei fori sarà:

$$S'' = \alpha \pi y D.$$

È chiaro che la sezione complessiva dei fili, compreso l'isolamento dei fili e dei fasci, deve essere uguale alla sezione complessiva dei fori in cui l'avvolgimento deve essere allogato, per cui si dovrà avere:

$$S'' = S,$$

e sostituendo:

$$\alpha y \pi D = \frac{6 p \gamma M_1 C_1}{q},$$

da cui:

$$D = \frac{6 p \gamma M_1 C_1}{q \alpha \pi y}, \quad (13)$$

espressione che ci dà il diametro del rotore.

Vediamo da essa che in motori simili il diametro del rotore è indipendente dai dati del problema, è solamente proporzionale al numero dei poli. Abbiamo visto che in motori simili la sezione del rame per ogni polo si mantiene costante, ora il diametro del rotore è quello che determina lo spazio concesso all'allogamento dei fili, quindi è naturale la sua costanza nel caso di motori simili.

I dati del problema influiranno sulla lunghezza del motore e ciò è pure fisicamente logico in quanto che le forze elettromotrici, che si sviluppano nei conduttori che si muovono in campi magnetici, dipendono dalla loro lunghezza e non dalla loro sezione.

§ 6.

VELOCITÀ PERIFERICA DEL ROTORE

E CONDIZIONE DI POSSIBILITÀ DI COSTRUZIONE DEL MOTORE.

Chiamando v la velocità periferica del rotore ed m il numero dei giri del rotore al 1' avremo:

$$v = \frac{m \pi D}{60}.$$

Se indichiamo con β lo scorrimento e con f la frequenza, avremo:

$$m = \frac{60 f (1 - \beta)}{p}.$$

E combinando queste due espressioni:

$$v = \frac{f (1 - \beta) \pi D}{p}.$$

Sostituendo a D il suo valore dato dalla (13):

$$v = \frac{6 \gamma f (1 - \beta) M_1 C_1}{q \alpha \eta}, \quad (14)$$

espressione della velocità periferica del rotore che è indipendente dal numero dei poli e che perciò dice che la velocità periferica si mantiene costante al variare del numero delle coppie polari, ossia al variare della velocità angolare m che è inversamente proporzionale al numero delle coppie polari.

Affinchè il motore sia di possibile costruzione è necessario che la velocità periferica del rotore non superi un limite massimo determinato da condizioni di stabilità, chiamando v_m questo limite massimo la condizione di possibilità di costruzione è data da:

$$v \leq v_m,$$

ossia:

$$\frac{6 \gamma f M_1 C_1}{q \alpha \eta} \leq v_m, \quad (15)$$

togliendo il fattore $(1 - \beta)$ minore di uno, ma sempre molto prossimo ad 1, perchè difficilmente calcolabile a priori e di poca importanza. Questa esclusione non può infirmare il valore della condizione, giacchè, rende il primo membro alquanto superiore al vero.

La (15) dice che la possibilità o meno della costruzione del motore non dipende dalla minore o maggiore sua velocità angolare. I valori

delle quantità γ , C_1 e q sono valori che noi non possiamo prendere ad arbitrio, ma o sono dati pratici o sono quello che sono. La diminuzione di f accresce la possibilità di costruzione del motore e ciò è naturale in quanto che la diminuzione di f importa la diminuzione della velocità angolare.

M_1 , α , γ sono legati da una relazione complessa, per cui non si può dire altro se non che una diminuzione del rapporto $\frac{M_1}{\alpha \gamma}$ accresce la possibilità di costruzione del motore, ma per sapere come varii detto rapporto è necessario possedere una tabella che dia M_1 in corrispondenza di diversi α ed γ (Vedi *Appendice*).

§ 7.

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEL ROTORE.

Nel sistema induttore si produce una forza contro elettromotrice dovuta al fatto che le spire induttrici sono fisse di posizione, mentre davanti ad esse il campo rotante si muove con moto uniforme determinandovi delle variazioni di flusso. Avviene lo stesso fenomeno che avverrebbe in un alternatore nel quale fosse fisso il sistema indotto e mobile il sistema induttore costituito da una serie di poli ugualmente spazati e di nome alternativo. Si potrà esprimere quindi questa forza contro elettromotrice impiegando la formola generale degli alternatori:

$$e_1 = \frac{10^{-8}}{10} k f \mathcal{F} N_1, \quad (16)$$

in cui k è un coefficiente che dipende dal modo nel quale sono distanziati i poli rispetto agli intervalli fra polo e polo e che nel caso nostro possiamo ritenere uguale a 2,1, $\mathcal{F}$ il flusso dovuto ad una faccia polare, N_1 il numero totale dei fili per fase, f la frequenza.

Praticamente si può ritenere che la forza contro elettromotrice e_1 sia uguale alla forza elettromotrice impressa e che noi conosciamo come dato del problema, quindi:

$$e = \frac{10^{-8}}{10} k f \mathcal{F} N_1.$$

Se indichiamo con a l'ampiezza polare e con l la lunghezza del rotore, possiamo scrivere:

$$\mathcal{F} = B l a.$$

Abbiamo per definizione:

$$a = \frac{\pi D}{2 p},$$

per cui:

$$\mathcal{F} = B l \frac{\pi D}{2 p}. \quad (17)$$

Dalla (16) ricaviamo F:

$$F = \frac{10^8 e}{k f N_1}. \quad (18)$$

Eguagliamo i secondi termini delle (17) e (18) e ricaviamo l:

$$l = \frac{10^8 2 \cdot e p}{k f N_1 B \pi D}.$$

Sostituiamo in questo ad N_1 il suo valore $\frac{N_1}{3} = \frac{2 p M_1}{I_0}$ (11), (mettendo al posto di I_0 il suo valore dato dalla (9) ed a D il suo valore dato dalla (13) avremo:

$$l = \frac{10^8 q \alpha \gamma W}{18 k f B \gamma p \gamma M_1^2 C_1^2 \cos \phi}, \quad (19)$$

espressione della lunghezza del rotore.

Da questa espressione vediamo che la lunghezza del rotore è direttamente proporzionale alla potenza. Così deve essere perchè abbiamo visto che la corrente che attraversa la sezione del rame è costante ed allora la potenza deve essere proporzionale alla f. e. e che a sua volta è proporzionale alla lunghezza dei conduttori (Abbiamo visto che la velocità periferica si mantenne costante). La lunghezza è inversamente proporzionale al numero dei poli e questo deve essere per la stessa ragione perchè dalla (11) vediamo che il numero dei fili è direttamente proporzionale al numero dei poli e la f. e. è pure direttamente proporzionale al numero dei fili.

La lunghezza è inversamente proporzionale al fattore di rendimento γ ed al fattore di potenza $\cos \phi$ ed è naturale perchè quanto saranno maggiori questi fattori, tanto minore sarà il bisogno di avere lunghezza di filo utile nel campo.

§ 8.

CALCOLO DEL VOLUME DEL MOTORE E DEL FERRO.

Il volume del motore è costituito dal volume dei due anelli formanti lo statore ed il rotore. Questi due anelli hanno un'altezza comune l ed uno spessore che chiameremo z . La sezione del ferro, in ogni anello, fatta con un piano passante per l'asse deve dare un passaggio al flusso e

deve essere perciò uguale alla metà di un'ampiezza polare (in superficie) ed essendo l comune avremo:

$$z = \frac{1}{2} a = \frac{\pi D}{4 p}.$$

L'espressione che dà il volume V del motore è:

$$V = 2 \pi l z D,$$

e sostituendo a z il suo valore:

$$V = \frac{1}{2} \pi^2 l \frac{D^2}{p},$$

e sostituendo ad l ed a D i loro valori (19) e (13):

$$V = \frac{10^8 \gamma W}{k f B \eta q \alpha y \cos \phi}. \quad (20)$$

Il volume del motore è direttamente proporzionale alla potenza ed è indipendente dal numero delle coppie polari e dalla f. e. applicata. In realtà però il volume del motore cresce alquanto quando si accresce la f. e. applicata perchè aumenta il numero dei fili e questo aumento produce un aumento di γ coefficiente di isolamento che a sua volta accresce V .

Il volume del ferro è evidentemente alquanto diverso da V perchè per ottenerlo sarebbe necessario togliere da V il volume dei fori destinati a ricevere i due avvolgimenti ed il volume d'aria dell'interferro, ma questi volumi sono sempre una piccola parte del volume totale del motore per cui, chiamando V_f il volume del ferro, potremo scrivere:

$$V_f = \gamma' V,$$

in cui γ' è un coefficiente di poco superiore ad uno e che dipende dai valori di B , di α , di y , di δ , ecc., mantenendosi però sempre molto vicino all'unità. Perciò potremo ragionare su $\gamma' V$ come se γ' si mantenesse costante.

Scriviamo:

$$V_f = \gamma' \frac{10^8 \gamma W}{k f B y q \alpha y \cos \phi}.$$

Ora il ferro è semplicemente il veicolo nel quale il flusso si trasporta ed il flusso è appunto l'agente che determina il misterioso contrasto delle forze elettriche il quale, a sua volta, produce la potenza del motore. Perciò, rimanendo costante l'induzione, è chiaro che a diverse potenze il flusso deve mantenersi proporzionale alla potenza (la sua velocità non varia) e proporzionale pure deve mantenersi la massa

del ferro o veicolo entro cui il flusso si trasporta. Il volume diminuisce al crescere di B e ciò è naturale perchè B è la densità che noi facciamo assumere al flusso, e quanto più la densità sarà grande tanto minore dovrà essere la sezione del ferro necessaria al passaggio del medesimo flusso ed in conseguenza anche il volume del ferro. Il volume decresce al crescere di f , frequenza della corrente, perchè l'aumento di f aumenta la velocità del flusso, il quale agisce appunto proporzionalmente alla sua velocità.

L'espressione del volume del motore può dirci su quali elementi dobbiamo agire per ottenere motori di piccolo volume.

§ 9.

CALCOLO DELL'AVVOLGIMENTO INDOTTO.

Dalla teoria del diagramma di Heyland se chiamiamo con I_2 la corrente secondaria abbiamo:

$$I_2 = \frac{ED}{OD} \frac{n_1 I_1}{n_2 \gamma_2},$$

in cui n_2 è il numero dei fili nell'indotto per polo e per fase.

Abbiamo dalla (7):

$$\frac{ED}{OD} = \frac{s}{\rho} = C_4,$$

e per la (2) e (10):

$$n_1 I_1 = n_1 C_1 I_0 = C_1 M_1,$$

per cui:

$$n_2 I_2 = \frac{C_4 C_1 M_1}{\gamma_2}.$$

Ma:

$$C_4 = \frac{C_3}{C_1},$$

$$n_2 I_2 = \frac{C_3}{\gamma_2} M_1.$$

Ma $n_2 I_2$ è ancora un numero di spire ampère che potremo chiamare M_2 , facendo poi:

$$\frac{C_3}{\gamma_2} = C_5. \quad (21)$$

Avremo:

$$M_2 = C_5 M_1, \quad (22)$$

valore della eccitazione secondaria a carico normale.

Chiamiamo s_1 la sezione del rame nudo dell'avvolgimento del rotore, avremo:

$$s_1 = \frac{I_2}{q}.$$

Il numero totale dei fili N_2 sarà:

$$N_2 = 6 p n_2.$$

E chiamando S_2 la sezione totale del rame nudo:

$$S_2 = \frac{6 p C_5 M_1}{q}.$$

Volendo la sezione complessiva occupata dai fili coperti ed isolati basterà moltiplicare S_2 per un coefficiente γ_1 maggiore di uno e dipendente dall'isolamento:

$$S_1 = \frac{6 p \gamma_1 C_5 M_1}{q}. \quad (23)$$

Questa espressione è simile a quella trovata per la sezione complessiva dei fili dell'avvolgimento induttore (12), e ad essa possono farsi le stesse osservazioni. È quindi facile determinare questa sezione complessiva, ma rimane indeterminato il numero dei fili da impiegarsi.

Si potrebbe credere a prima vista di poter prendere come criterio, per determinare questo numero di fili, quello di avere in essi una minima perdita per effetto Joule. Ciò non si può fare perchè, come vedremo più avanti, nel fare i calcoli delle perdite, la perdita per effetto Joule rimane costante, qualunque sia il numero dei fili che vogliamo assumere.

E ciò è naturale. Di fatto supponiamo di calcolare la perdita avendo stabilito un certo numero di fili X . Stabiliamo un numero di fili doppio e cerchiamo ancora la perdita. Se il numero di fili è doppio essendo la sezione complessiva costante, la sezione di ogni filo sarà metà di quella che prima avevano e doppia la lunghezza totale dell'avvolgimento, quindi la resistenza totale sarà quattro volte maggiore. Ma la corrente, essendo M_2 costante, sarà metà di quella che si aveva prima, per cui, essendo data la perdita da $r i^2$, questa in definitiva rimarrà costante.

La resistenza dell'avvolgimento è inversamente proporzionale al quadrato della sezione; ciò appare già dal ragionamento fatto, ma possiamo trovare l'espressione di questa resistenza che chiameremo r_1 .

Sia L_1 la lunghezza di una spira completa e p il coefficiente di resistività del rame:

$$r_1 = \frac{N_2}{2} \frac{p L_1}{s_1}.$$

Ora :

$$N_2 = 6 p n_2 \quad , \quad n_2 I_2 = M_2 = C_5 M_1 ,$$

$$I_2 = s_1 q ,$$

sostituendo :

$$r_1 = - \frac{3 p \rho C_5 M_1 L_1}{q s_1^2} , \quad (24)$$

dalla quale appare chiaramente ciò che sopra venne detto.

Siccome sappiamo che il funzionamento del motore viene favorito dalla piccola resistenza dell'indotto, l'espressione (24) ci dice la convenienza di sezioni molto grandi.

Si potrebbe quindi fissare il valore di r_1 e dalla (24) ricavare s_1 , e conseguentemente N_1 ; ma ciò è malagevole, perchè non si può dare una regola pratica per fissare r_1 .

Possiamo invece seguire un altro metodo che riesce più determinato e tiene conto della resistenza complessiva dell'avvolgimento.

Supponiamo che i fili indotti si vogliano mettere sulla superficie esterna del rotore in fori di sezione circolare all'intervallo χ_1 uno dall'altro e di diametro $\alpha_1 \chi_1$ in modo che tra foro e foro risulti un ponticello di ferro largo $(1 - \alpha_1) \chi_1$. Avremo che il numero dei fori sarà $\frac{\pi D}{\chi_1}$ e la sezione di ogni foro $\frac{1}{4} \pi \alpha_1^2 \chi_1^2$, per cui la sezione complessiva sarà :

$$\frac{1}{4} \pi^2 \alpha_1^2 \chi_1 D .$$

Questa sezione dovrà essere uguale ad S_1 (23), per cui eguagliando e ricavando χ_1 :

$$\chi_1 = \frac{24 p \gamma_1 C_5 M_1}{10 \pi^2 \alpha_1^2 q} . \quad (25)$$

Dando ad α_1 un valore qualunque, determiniamo χ_1 , e conseguentemente il numero dei fori e la loro sezione. Siccome poi è conveniente avere sezioni di filo molto grande, la massima sezione del filo si otterrà mettendo un filo solo per ogni foro, per cui il numero dei fori sarà anche quello dei fili.

Quale valore dare ad α_1 ? È necessario che α_1 non sia troppo grande, perchè la larghezza dei ponticelli non sia troppo piccola; perciò in genere α_1 sarà compreso fra 2/3 e 3/4. Di più per simmetria è necessario che il numero N_2 dei fori e dei fili sia divisibile per $6 p$ in modo che si ottenga un ugual numero di fili per polo e per fase. Infine,

compatibilmente colle esigenze di costruzione, è bene che N_2 sia piccolo, perchè essendo piccolo si ha la più grande sezione di filo.

Queste considerazioni sono sufficienti a fissare χ_1 nel caso pratico.

Similmente si potrebbe fare considerando invece i fori a sezione rettangolare cogli assi distanti χ_1 ed aventi per due lati della sezione $\alpha_1 \chi_1$ e $\beta_1 \chi_1$.

Avremo ancora:

$$N_2 = \frac{\pi D}{\chi_1},$$

la sezione di un foro:

$$\alpha_1 \beta_1 \chi_1^2,$$

la sezione complessiva:

$$\pi D \alpha_1 \beta_1 \chi_1,$$

che deve essere uguale ad S_1 , perciò uguagliando e ricavando χ_1 ,

$$\chi_1 = \frac{6 p \gamma_1 C_5 M_1}{\pi D \alpha_1 \beta_1 q}, \quad (26)$$

α_1 e β_1 dovranno essere scelti convenientemente, a seconda di quanto è già stato detto, ricordando però che in questo caso, mantenendosi nei ponticelli di ferro la sezione del ferro ristretta per una maggior lunghezza, è bene che α_1 sia mantenuto fra 1/3 e 2/3 per non accrescere di troppo l'induzione nel ferro.

§ 10.

OSSERVAZIONI.

In questo modo abbiamo calcolato tutti i dati di costruzione del motore in funzione dei dati del problema, di quantità che sta a noi determinare e delle quantità η , η_1 e η_2 .

Come già si disse, queste ultime tre quantità hanno reali valori, per cui tutti i dati del motore risultano perfettamente definiti ed il motore funziona a carico normale al punto di tangenza, e cioè nelle condizioni più favorevoli. Ma per passare al calcolo pratico è necessario dare dei valori a η , η_1 e η_2 . Vedremo che η si può calcolare a priori. Per η_1 e η_2 dovremo prendere dei valori approssimativi; è chiaro però che il motore funzionerà tanto più vicino al punto di tangenza quanto minore sarà l'errore commesso nell'apprezzamento di η_1 e η_2 ; vedremo in seguito come si possa calcolare la massima deviazione del funzionamento del motore dal punto di tangenza dovuto

al massimo errore possibile nell'apprezzamento di η_1 e η_2 e vedremo come si possa dimostrare essere tale deviazione in ogni caso trascurabile.

Il metodo seguito raggiunge quello che è desiderabile nel caso di errori inevitabili, cioè dà l'approssimazione del calcolo fatto. Del resto, seguendo un altro metodo che non tenga conto delle relazioni determinate dal diagramma di Heyland, non si può avere nessun affidamento che il motore funzioni al punto di tangenza, e quando si vorrà verificare in qual punto esso funzioni, sarà pur necessario ricorrere al diagramma di Heyland prendendo determinati valori di η_1 e η_2 , per cui l'incertezza del metodo di prova sarà dello stesso ordine, coll'aggravante che qualunque siano η_1 e η_2 , il motore funzionerà in un punto qualunque indifferentemente lontano o vicino al punto di tangenza.

PARTE II.

Calcolo delle perdite a carico normale e del coefficiente di rendimento. — Calcolo delle perdite a vuoto.

§ 1.

PERDITE PER EFFETTO JOULE NELL'AVVOLGIMENTO INDUTTORE.

Possono venir espresse da:

$$w_1 = r I_1^2,$$

essendo r la resistenza ohmica dell'avvolgimento.

La resistenza di una spira lunga L , di sezione s , è $\frac{\rho L}{s}$; quindi:

$$r = \frac{N_1}{2} \frac{\rho L}{s},$$

e:

$$w_1 = \frac{N_1}{2} \frac{\rho L}{s} I_1^2.$$

Sappiamo che:

$$I_1 = C_1 I_0,$$

$$N_1 = 6 p n_1,$$

$$M_1 = I_0 n_1,$$

$$s = \frac{I_1}{q}.$$

Sostituendo:

$$w_1 = 3 p q \rho M_1 C_1 L,$$

indipendente dal numero dei fili.

La lunghezza di una spira può venire espressa da:

$$L = 2 \lambda \left(l + \frac{\pi D}{2 p} \right),$$

essendo λ un coefficiente maggiore di uno e dipendente dalla maggior lunghezza che assume la spira nei suoi ripiegamenti. Sostituendo in w_1 il valore di L ed in questo ad l ed a D i valori trovati, avremo:

$$w_1 = \mathfrak{A}_1 \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B}_1, \quad (27)$$

in cui:

$$\mathfrak{A}_1 = \frac{10^8 q^2 \rho \lambda \alpha y}{3 k f B \gamma M_1 C_1 \cos \phi}, \quad (28)$$

$$\mathfrak{B}_1 = \frac{18 p \rho \lambda \gamma M_1^2 C_1^2}{\alpha y}. \quad (29)$$

§ 2.

PERDITE PER EFFETTO JOULE NELL'AVVOLGIMENTO INDOTTO.

Eseguendo il calcolo come nel caso precedente, troveremo:

$$w_2 = 3 p q \rho M_1 C_5 L_1,$$

indipendente dal numero dei fili, come già venne accennato.

Eseguendo le successive trasformazioni:

$$w_2 = \mathfrak{A}_2 \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B}_2, \quad (30)$$

in cui:

$$\mathfrak{A}_2 = \frac{10^8 q^2 \rho \lambda_1 \alpha y C_5}{3 k f B \gamma M_1 C_1^2 \cos \phi}, \quad (31)$$

$$\mathfrak{B}_2 = \frac{18 p \rho \lambda_1 \gamma M_1^2 C_5 C_1}{\alpha y}, \quad (32)$$

dove λ_1 è un coefficiente simile a λ nelle (28) e (29), ma che può essere diverso.

§ 3.

PERDITA TOTALE NEL RAME.

Chiamando questa perdita con w_j :

$$w_j = w_1 + w_2,$$

ossia:

$$w_j = c_b \frac{W}{\gamma} + \mathfrak{B}, \quad (33)$$

in cui:

$$c_b = c_{b1} + c_{b2}, \quad (34)$$

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{B}_1 + \mathfrak{B}_2. \quad (35)$$

§ 4.

PERDITE PER ISTERESI NEL FERRO.

Sono date in generale da:

$$w_j = \varepsilon B_{\max}^{1,6} f^{0,7} V,$$

in cui ε è un coefficiente numerico, $B_{\max}$ il valor massimo che assume l'induzione nel ferro, f la frequenza e V il volume del ferro.

È necessario osservare che $B_{\max}$ è diverso a seconda che si consideri il nucleo massiccio del ferro o la sua parte dentata, e che f è diverso, a seconda che si consideri lo statore od il rotore.

Perciò dovremo dividere il calcolo in tre parti:

- 1) Nucleo dello statore;
- 2) Parte dentata dello statore;
- 3) Rotore.

Cercheremo prima i volumi del ferro di queste tre parti.

a) *Volume del nucleo dello statore.*

È dato con sufficiente approssimazione da:

$$V_1 = \frac{\pi}{4} l[(D + 2s)^2 - D^2],$$

dove $s = \frac{\pi D}{4p}$, sostituendo e riducendo:

$$V_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8p} \right) \frac{10^8 \gamma W}{k f B q \alpha y \gamma \cos \phi}. \quad (36)$$

b) *Volume della parte dentata dello statore.*
È dato da:

$$V_2 = \pi D y (1 - \alpha) l.$$

Sostituendo e riducendo:

$$V_2 = \frac{10^8 y (1 - \alpha) W}{3 k f B M_1 C_1 \eta \cos \phi}. \quad (37)$$

c) *Volume del rotore.*

Analogamente a quanto si è fatto per lo statore:

$$V_3 = \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{10^8 \gamma W}{k f B q \alpha y \eta \cos \phi}. \quad (38)$$

Calcoliamo ora le perdite per isteresi.

1) Nello statore (nucleo).

Sono date da:

$$w'_i = \varepsilon B_{\max.}^{1.6} f^{1.6} 10^7 V_1.$$

Sostituendo avremo:

$$w'_i = P_1 \frac{W}{\eta}, \quad (39)$$

in cui:

$$P_1 = 10 \varepsilon B_{\max.}^{1.6} \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{\gamma}{k B q \alpha y \cos \phi}. \quad (40)$$

2) Nello statore (parte dentata).

In questa parte l'induzione massima è:

$$\frac{B_{\max.}}{1 - \alpha},$$

per cui:

$$w''_i = \varepsilon \left(\frac{B_{\max.}}{1 - \alpha} \right)^{1.6} f^{1.6} 10^7 V_2.$$

Sostituendo avremo:

$$w''_i = P_2 \frac{W}{\eta}, \quad (41)$$

in cui:

$$P_2 = 10 \varepsilon B_{\max.}^{1.6} \frac{y (1 - \alpha)^{0.6}}{3 k B M_1 C_1 \cos \phi}. \quad (42)$$

3) Nel rotore.

La frequenza dell'alternativa è βf , essendo β lo scorrimento, per cui:

$$w'''_i = \varepsilon B_{\max.}^{1.6} \beta f^{1.6} 10^7 V_3.$$

Sostituendo avremo:

$$w'''_i = P_3 \frac{W}{\eta}, \quad (43)$$

in cui:

$$P_3 = 10 \beta \varepsilon B_{\max}^{1,6} \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8p} \right) \frac{\gamma}{k B q \alpha y \cos \phi}. \quad (44)$$

Per cui in complesso la perdita totale per isteresi è:

$$w_i = P \frac{W}{\eta}, \quad (45)$$

in cui:

$$P = P_1 + P_2 + P_3. \quad (46)$$

§ 5.

PERDITE PER CORRENTI PARASSITE NEL FERRO.

Sono date in generale da:

$$w_p = 10^{-11} h_2 B^2 \Delta^2 f^2 V,$$

in cui λ_2 è un coefficiente numerico e Δ lo spessore delle lamiere impiegate.

Anche qui dovremo dividere il calcolo in tre parti.

1) Nucleo dello statore.

Le perdite sono date da:

$$w'_p = 10^{-11} h_2 B^2 \Delta^2 f^2 V_1.$$

Sostituendo e riducendo abbiamo:

$$w'_p = Q_1 \frac{W}{\eta}, \quad (47)$$

in cui:

$$Q_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8p} \right) \frac{10^{-3} h_2 B f \gamma \Delta^2}{k q \alpha y \cos \phi}. \quad (48)$$

2) Parte dentata dello statore.

In questa parte l'induzione media è $\frac{B}{1-\alpha}$,

per cui:

$$w''_p = 10^{-11} h^2 \left(\frac{B}{1-\alpha} \right)^2 \Delta^2 f^2 V_2.$$

sostituendo e riducendo :

$$w''_p = Q_2 \frac{W}{\gamma_1}, \quad (49)$$

in cui :

$$Q_2 = \frac{\overline{10}^3 h_2 B f \Delta^2 y}{3 (1 - \alpha) k M_1 C_1 \cos \phi}. \quad (50)$$

3) Rotore.

Nel rotore la frequenza è βf ; per cui :

$$w'''_p = \overline{10}^{11} h_2 B^2 \Delta^2 \beta^2 f^2 V_3,$$

sostituendo e riducendo :

$$w'''_p = Q_3 \frac{W}{\eta}, \quad (51)$$

in cui :

$$Q_3 = \beta^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8p} \right) \frac{\overline{10}^3 h_2 B f \gamma \Delta^2}{k q \alpha y \cos \phi}. \quad (52)$$

Per cui in complesso le perdite per correnti parassite sono date da :

$$w_p = Q \frac{W}{\gamma_1}, \quad (53)$$

in cui :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (54)$$

§ 6.

PERDITE COMPLESSIVE NEL FUNZIONAMENTO A CARICO NORMALE.

Per ottenerle basterà sommare la (33) colla (45) e (53).

Avremo :

$$w = (\mathfrak{A} + P + Q) \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B},$$

e facendo :

$$\mathfrak{A} + P + Q = R, \quad (55)$$

ridurremo a :

$$w = R \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B}. \quad (56)$$

Ridotta sotto questa forma l'espressione complessiva delle perdite a carico normale, ci dice che le perdite stesse crescono al crescere della potenza, ma in modo meno rapido, ciò viene a significare che il rendimento cresce al crescere della potenza del motore.

Su questa espressione di w possiamo fare alcune considerazioni.

Se osserviamo i valori di P_1 (40) e P_3 (44) possiamo scrivere:

$$P_3 = \beta \cdot \frac{\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8p}}{\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8p}} P_1,$$

essendo β dell'ordine dei centesimi e la frazione minore di 1, potremo dire che in generale P_3 è trascurabile di fronte a P_1 .

Se osserviamo i valori di Q_1 (48) e Q_3 (52), possiamo scrivere:

$$Q_3 = \beta_2 \cdot \frac{\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8p}}{\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8p}} Q_1.$$

Quindi Q_3 è trascurabile di fronte a Q_1 .

Queste osservazioni possono servire a semplificare il calcolo.

Considerando le sole perdite nel rame $w_j = \mathfrak{A}_1 \frac{W}{\mu} + \mathfrak{B}_1$ vediamo che il primo termine è indipendente da p , numero delle coppie polari, mentre $\mathfrak{B}_1$ è direttamente proporzionale a p . Ciò vuol dire che la perdita nel rame diminuisce al diminuire di p e si rende minima per $p=1$, minimo valore che può assumere p .

Le perdite nel ferro invece diminuiscono al crescere di p , perchè P_1 e Q_1 diminuiscono al crescere di p . È bensì vero che P_3 e Q_3 crescono al crescere di p , ma abbiamo visto che P_3 e Q_3 sono generalmente trascurabili rispetto a P_1 e Q_1 .

Perciò la perdita totale w deve ammettere un minimo per un determinato valore di p , valore che deve rendere minima la somma:

$$\mathfrak{B}_1 + \mathfrak{B}_2 + P_1 + Q_1.$$

Sarebbe molto interessante vedere come varia w al variare di B , ma il far ciò riuscirebbe molto penoso, perchè nelle espressioni entra anche M_1 , che è una funzione molto complessa di B . Però dall'esame delle varie espressioni si vede che w deve ammettere un minimo per un determinato valore di B , perchè dette espressioni variano diversamente al variare di B . Praticamente si potrebbe calcolare w con diversi valori di B , tracciare una curva con questi valori e prendere norma dalla sua forma.

w ammette un minimo anche per un determinato valore di q , e questo valore è appunto quello che rende minima la somma:

$$\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2 + P_1 + Q_1.$$

Però praticamente q non deve essere superiore ad un certo valore, e se il q , che rende minimo w , fosse superiore a questo valore, sarà sempre necessario attenersi al valore dato dalla pratica. Neanche si potrà adottare un valore di q troppo piccolo per ottenere w minimo, perchè la (20) dice che il volume del motore è inversamente proporzionale a q .

w ammette anche un minimo per un determinato valore di f , valore che è appunto quello che rende minima la somma:

$$ab_1 + ab_2 + Q_1 + Q_2.$$

Questa ricerca può essere conveniente quando si tratti di impiantare una sorgente di elettricità destinata ad erogare correnti per l'impiego di determinati motori.

§ 7.

CALCOLO DEL FATTORE DI RENDIMENTO μ .

Sappiamo che:

$$\eta = \frac{W - w}{W}.$$

Sostituendo a w il valore dato dalla (56) otteniamo un'equazione di secondo grado in μ , che risolta dà:

$$\eta = \frac{1}{2} - \frac{B}{2W} \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(1 - \frac{B}{W}\right)^2 - R}. \quad (57)$$

Abbiamo visto che il rendimento cresce al crescere di W .

Nella (57) al crescere di W la parte fuori radice cresce, come pure cresce il termine sotto radice, per cui, se prendiamo il segno $+$, μ tende al suo valore limite massimo, mentre prendendo il segno $-$, tende al valore limite minimo. Appare quindi evidente che la (57) va usata col segno $+$.

Approssimativamente si può trovare μ in questo modo:

Abbiamo (56):

$$w = R \frac{W}{\eta} + \beta.$$

Grossolanamente può dirsi che μ sarà compreso fra 0,95 e 0,85; mettendo nella (56) per μ un valore medio 0,90, ricaveremo un valore w_0 approssimato di circa 5 %.

Facciamo ora:

$$\eta_1 = 1 - \frac{w_0}{W},$$

essendo $\frac{w_o}{W}$ compreso generalmente fra $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{20}$, l'errore da noi commesso nel calcolo di w_o verrà diviso per 10-20, perciò μ_1 si approssimerà al vero μ con un errore di 2,5-5 ‰, errore trascurabile, ma che si può evitare facendo ancora:

$$w_1 = \frac{R}{\eta_1} + B,$$

e rifacendo:

$$\eta_2 = 1 - \frac{w_1}{W},$$

μ_2 potrà ritenersi valore esatto del rendimento.

§ 8.

CALCOLO DELLE PERDITE E DELLA CORRENTE A VUOTO.

Nel funzionamento a vuoto la velocità del rotore è uguale a quella del campo rotante, perciò non avvengono perdite nel rotore, giacchè esso è come se fosse fisso in un campo costante. Abbiamo quindi solo le perdite nello statore.

a) *Perdite per effetto Joule nel rame.*

Sono date da:

$$w'_o = r I_o^2.$$

Vedemmo che le perdite nel rame dello statore a carico normale sono:

$$w_1 = r I_1^2,$$

per cui:

$$\frac{w'_o}{w_1} = \left(\frac{I_o}{I_1} \right)^2,$$

e:

$$w_o = \frac{1}{C_1^2} w_1,$$

sostituendo a w_1 il suo valore (27):

$$w'_o = \frac{1}{C_1^2} \left(e b_1 \frac{W}{\eta} + B_1 \right). \quad (52')$$

b) *Perdite nel ferro.*

Rimanendo costanti tutte le quantità che le determinano, avremo:

Perdite per isteresi:

$$w''_o = (P_1 + P_2) \frac{W}{\eta}. \quad (53')$$

Perdite per correnti parassite:

$$w'''_0 = (Q_1 + Q_2) \frac{W}{\eta}. \quad (54')$$

Siccome abbiamo osservato che P_3 e Q_3 sono trascurabili di fronte a P_1 e Q_1 , potremo dire che le perdite nel ferro non variano al variare del funzionamento del motore dal funzionamento a vuoto a quello a pieno carico.

L'espressione totale delle perdite è:

$$w_0 = \left(\frac{eb_1}{C^2_1} + P_2 + P_2 + Q_1 + Q_2 \right) \frac{W}{\eta} + \frac{\beta_1}{C^2_1}, \quad (55')$$

calcolabile anch'essa *a priori*.

Il vero valore della corrente a vuoto non è I_0 , questo è il valore della componente della corrente a vuoto normale alla f. e. impressa e produttore il campo rotante; l'altra componente, che chiameremo i_0 , è quella in fase colla f. e. impressa e che compensa le perdite nel funzionamento a vuoto. Per cui:

$$3 e i_0 = w_0.$$

Ed il valore vero I_0 della corrente a vuoto:

$$I_0 = \sqrt{I^2_0 + \frac{w_0^2}{9 e^2}}. \quad (56')$$

In generale I_0 differenzia pochissimo da I_0 , tanto che, in pratica, può ritenersi I_0 il vero valore della intensità primaria a vuoto. In ogni caso la (56') ci può dare norma dell'approssimazione della fatta supposizione.

PARTE III.

Relazioni ricavate dal diagramma di Heyland.

§ 1.

RELAZIONI RIGUARDANTI UN PUNTO QUALUNQUE DI FUNZIONAMENTO.

Per costruire il diagramma di Heyland (fig. 4) prendiamo:

$$Q E = \frac{O E}{\sigma}, \quad \sigma = \frac{1 - \eta_1 \eta_2}{\eta_1 \eta_2}.$$

Chiamando $O E$ con a e $\frac{1}{2\sigma}$ con 2λ , avremo:

$$Q E = 2 a \lambda.$$

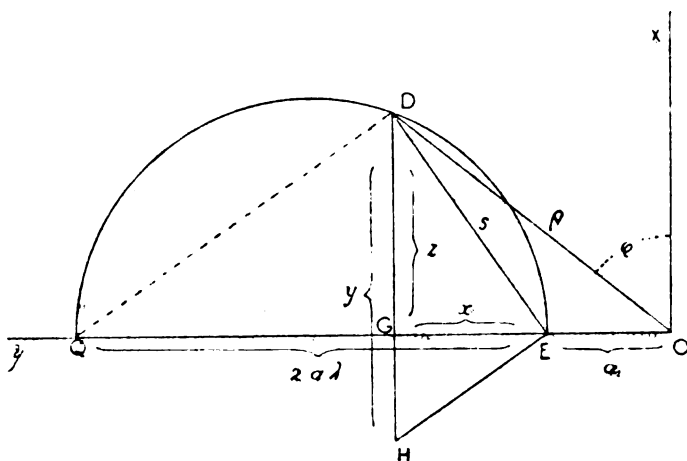


Fig. 4.

Se con a rappresentiamo l'intensità a vuoto nel primario, sappiamo che:

- ρ rappresenta l'intensità a carico nel primario;
- s è proporzionale all'intensità nel secondario;
- z è proporzionale alla coppia motrice;
- y è proporzionale allo scorrimento;
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza.

Tutto ciò si riferisce ad un punto qualunque di funzionamento D. Esprimeremo tutte queste quantità in funzione di x , che può variare da 0 a $2 a \lambda$.

Mediante relazioni di triangoli ricaviamo:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho^2 = 2 a x (\lambda + 1) + a^2, \\ s^2 = 2 a \lambda x, \\ y^2 = \frac{2 a^2 \lambda^2 x}{2 a \lambda - x}, \\ z^2 = x (2 a \lambda - x), \\ \cos^2 \phi = \frac{x (2 a \lambda - x)}{2 a x (\lambda + 1) + a^2}. \end{array} \right.$$

Facciamo :

$$\chi = 2 a \lambda \chi_1,$$

$$\rho = 2 a \lambda \rho_1,$$

$$s = 2 a \lambda s_1,$$

$$y = 2 a \lambda y_1,$$

$$z = 2 a \lambda z_1.$$

Sostituendo avremo :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_1^2 = \chi_1 \frac{\lambda + 1}{\lambda} + \frac{1}{4 \lambda^2}, \\ s_1^2 = \chi_1, \\ y_1^2 = \frac{\chi_1}{1 - \chi_1}, \\ z_1^2 = \chi_1 (1 - \chi_1), \\ \cos^2 \phi = \frac{4 \lambda^2 \cdot \chi_1 (1 - \chi_1)}{\chi_1 \lambda (\lambda + 1) + 1}. \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (57') \\ (58) \\ (59) \\ (60) \\ (61) \end{array}$$

Siccome χ può variare da 0 a $2 a \lambda$, χ_1 potrà variare da 0 ad 1. Perciò, dando ad χ_1 successivi valori compresi fra 0 ed 1, troveremo corrispondenti valori di ρ_1 , s_1 , y_1 , z_1 e $\cos \phi$. Per passare da questi ai valori di ρ , s , y e z basterà moltiplicarli per il fattore comune $2 a \lambda$.

Osserviamo che nessuno dei valori ρ_1 , ecc., dipende da a , quindi possiamo subito dire che detti valori possono servire, qualunque sia il valore della corrente primaria a vuoto.

Osserviamo pure che s_1 , y_1 , z_1 non dipendono neppure da λ , perciò questi valori possono servire, qualunque sia il motore considerato.

Possiamo quindi costruire una Tabella N. 1, nella quale sieno segnati i valori di ρ_1 , s_1 , y_1 , z_1 e $\cos \phi$ di fianco a successivi valori di χ_1 , avendo l'avvertenza per ρ_1 e $\cos \phi$ di tracciare diverse colonne a seconda di diversi valori di λ , ossia di σ . È chiaro che nella Tabella N. 1 i valori situati sulla stessa linea sono corrispondenti ad un determinato punto di funzionamento, e basterà moltiplicare tutti questi valori per $2 a \lambda$ per trovare i valori di ρ , s , y , z , corrispondenti allo speciale motore che vogliamo considerare.

sostituendo nella (59) avremo :

$$(y_1)^2 = \frac{1}{1 + 2\lambda} = G_3^2, \quad (67)$$

e :

$$(y) = 2 a \lambda G_3. \quad (68)$$

Sostituendo il valore di (x_1) nella (60) avremo :

$$(z_1)^2 = \frac{1 + 2\lambda}{4(1 + \lambda)^2} = G_4^2, \quad (69)$$

e :

$$(z) = 2 a \lambda G_4. \quad (70)$$

Le espressioni (62), (65), (66), (68,) (70) ci danno i valori di $\cos \phi$, ρ , s , y e z nel punto di tangenza valori facilmente calcolabili quando si conoscano C_2 , G_1 , G_2 , G_3 e G_4 che non dipendono che da λ . Possiamo costruire una Tabella N. 2, che ci dia questi valori al variare di λ , nella stessa tabella aggiungeremo i valori di C_1 , C_3 , C_4 , C_5 che servono pel calcolo dei dati di costruzione del motore.

§ 3.

FUNZIONAMENTO DEL MOTORE IN UN PUNTO QUALUNQUE.

Più dei valori dei segmenti che appaiono nel diagramma di Heyland ci interessano i valori delle quantità elettriche e meccaniche che si ottengono nel funzionamento del motore.

Corrente primaria.

Sappiamo che se prendiamo $a = I_0$, ρ ci rappresenta l'intensità della corrente primaria, ma

$$\rho = 2 a \lambda \rho_1,$$

quindi :

$$I_1 = 2 \lambda I_0 \rho_1. \quad (71)$$

Corrente secondaria.

Sappiamo che s è proporzionale alla corrente secondaria, per cui possiamo scrivere:

$$I_2 = \omega s,$$

ed anche :

$$I_2 = 2 a \lambda \omega s_1,$$

in cui ω è una costante per ogni motore.

Ora pel punto di tangenza avremo :

$$(I_2) = 2 a \lambda \omega G_2,$$

da cui :

$$\omega = \frac{(I_2)}{2 a \lambda G_2},$$

per cui :

$$I_2 = \frac{(I_2)}{G_2} s_1. \quad (72)$$

Quindi, per avere i diversi valori di I_2 basterà moltiplicare i valori successivi di s_1 (Tab. 1) per il coefficiente costante $\frac{(I_2)}{G_2}$, in cui (I_2) è la corrente secondaria al punto di tangenza e che ci risulta nota dal calcolo del motore.

Coppia motrice.

Sappiamo che in un punto qualunque essa è proporzionale a z , potremo scrivere:

$$C = \Delta z = 2 a \lambda \Delta z_1.$$

Nel punto di tangenza :

$$(C) = 2 a \lambda \Delta G_4,$$

da cui :

$$\Delta = \frac{(C)}{2 a \lambda G_4},$$

per cui :

$$C = \frac{(C)}{G_4} z_1. \quad (73)$$

Formola analoga alla precedente ; vedremo in seguito come si possa calcolare (C).

Scorrimento.

Sappiamo essere proporzionale ad y , possiamo scrivere:

$$S = \theta y = 2 a \lambda \theta y_1,$$

nel punto di tangenza :

$$(S) = 2 a \lambda \theta G_3,$$

quindi :

$$\theta = \frac{(S)}{2 a \lambda G_3},$$

e :

$$S = \frac{(S)}{G_3} y_1. \quad (74)$$

Formola simile alle precedenti, vedremo più avanti come si possa trovare (S).

Le relazioni (71), (72), (73) e (74) ci danno il mezzo di passare immediatamente dalla Tabella N. 1 alla tabella di funzionamento del motore che stiamo considerando.

Tale passaggio si effettua moltiplicando le colonne f_1 , s_1 , z_1 e y_1 rispettivamente per i coefficienti costanti:

$$2 \lambda I_0, \quad \frac{(I_2)}{G_2}, \quad \frac{(C)}{G_4}, \quad \frac{(S)}{G_3}.$$

§ 4.

FUNZIONAMENTO DEL MOTORE AL PUNTO DI TANGENZA.

Sino dalla prima parte del presente studio abbiamo trovato:

$$(I_1) = C_1 I_0.$$

I valori di I_0 e di (I_2) vengono dati dal calcolo del motore.

Valore dello scorrimento (S).

È dato in generale da:

$$S = \frac{n - m}{n},$$

essendo n la velocità angolare del campo ed m quella del rotore.

E noto che:

$$\frac{n - m}{n} = \frac{w_r}{W + w_r},$$

essendo w_r la perdita complessiva del rotore e W la potenza del motore. Noi pel punto di tangenza conosciamo w_r e W , quindi avremo:

$$(S) = \frac{w_r}{W + w_r}. \quad (75)$$

Coppia motrice.

Essendo m il numero dei giri del rotore al l' avremo in generale:

$$W = 2.9,8 \pi \frac{m}{60} C,$$

da cui:

$$C = \frac{60 W}{19,6 \pi m}.$$

Per il punto di tangenza conosciamo W e sappiamo:

$$m = \frac{60 f [1 - (S)]}{p},$$

per cui:

$$(C) = \frac{p W}{19,6 \pi f [1 - (S)]}. \quad (76)$$

§ 5.

FUNZIONAMENTO DEL MOTORE AL PUNTO DI AVVIAMENTO.

Per questo punto:

$$S_a = 1;$$

ora dalla (74):

$$S = \frac{(S)}{G_3} y_1,$$

per cui:

$$1 = \frac{(S)}{G_3} y_{1a},$$

e:

$$y_{1a} = \frac{G_3}{(S)}.$$

dalla (59) ricaviamo:

$$z_1 = \frac{y_1^2}{1 + y_1^2},$$

per cui:

$$z_{1a} = \frac{G_3^2}{G_3^2 + (S)^2}. \quad (77)$$

Avendo la tabella di funzionamento del motore si possono in corrispondenza di $z_1 = \frac{G_3^2}{G_3^2 + (S)^2}$ trovare tutti i dati di funzionamento del motore al punto di avviamento.

Del resto questi valori si possono anche trovare direttamente; accennerò solo alla coppia motrice di avviamento:

$$C_a = \frac{(C)}{G_4} - \frac{G_3 (S)}{G_3^2 + (S)^2}. \quad (78)$$

§ 6.

OSSERVAZIONE SULLA COPPIA MOTRICE DI AVVIAMENTO.

Il valore della coppia motrice di avviamento che ci dà la (78) è sempre molto piccolo ed in pratica si usano dei ripieghi per accrescerlo.

Vediamo per quale valore di (S) , G_a assume il massimo valore; evidentemente per $(S) = G_3$.

In questo caso:

$$G_{a \max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(G)}{G_4},$$

che è il massimo valore che la coppia motrice può assumere nel motore.

Sappiamo che nel punto di tangenza:

$$(S) = \frac{w_r}{W + w_r}.$$

Dovremo avere:

$$G_3 = \frac{w_r}{W + w_r}.$$

Ossia la perdita nel punto di tangenza dovrà essere:

$$w_r = W \frac{G_3}{1 - G_3}.$$

Aggiungiamo nell'avvolgimento indotto una resistenza R , avremo accresciuto le perdite di $R I_2^2$, essendo le altre perdite trascurabili di fronte a questa, potremo scrivere:

$$R I_2^2 = W \frac{G_3}{1 - G_3},$$

da cui:

$$R = \frac{W}{I_2^2} \frac{G_3}{1 - G_3}, \quad (79)$$

valore della resistenza da aggiungere all'avvolgimento indotto per rendere massima la coppia motrice di avviamento.

§ 7.

FUNZIONAMENTO DEL MOTORE AL PUNTO DI COPPIA MOTRICE MASSIMA.

Avendo la tabella di funzionamento del motore i dati del funzionamento in questo punto si trovano in corrispondenza di $\lambda_1 = 0,5$.

Facilmente si possono trovare direttamente e si ottengono le seguenti espressioni:

$$I_{1 \max} = 2 \lambda I_0 \sqrt{\frac{\lambda + 1}{2 \lambda} + \frac{1}{4 \lambda^2}}, \quad (80)$$

$$I_{2 \max} = \frac{(I_2)}{G_2} \sqrt{\frac{1}{2}}, \quad (81)$$

$$S_{\max} = \frac{(S)}{G_3}, \quad (82)$$

$$C_{\max} = \frac{1}{2} \frac{(C)}{G_4}, \quad (83)$$

$$(\cos \phi)_{\max} = \frac{2 \lambda^2}{\lambda (\lambda + 1) + 2}. \quad (84)$$

PARTE IV.

Discussione sull'errore possibile.

Abbiamo visto come sia necessario eseguire tutto il calcolo per determinare i dati di costruzione del motore basandosi su valori approssimativi di η_1 e η_2 .

Cercheremo ora di determinare quale influenza può avere nel calcolo fatto l'incertezza di questi due valori.

I coefficienti η_1 e η_2 servono a determinare il valore di σ e di 2λ , per cui sarà lo stesso esaminare quale influenza abbia nel calcolo una incertezza nei valori di σ o di λ .

La pratica insegna che il valore di σ può variare per due limiti, l'uno massimo $\sigma_1 = 0,16$ e l'altro minimo $\sigma_{11} = 0,06$, ai quali corrispondono i valori $\lambda_1 = 3,125$ e $\lambda_{11} = 8,334$.

Chiamiamo σ_0 e λ_0 il vero valore delle due quantità e σ e λ il valore che di queste quantità assumiamo nel calcolo, e sia questo un valore medio fra i limiti e cioè $\sigma = 0,11$ e $\lambda = 4,596$.

In questo caso noi faremo il massimo errore di apprezzamento quando i veri valori σ_0 e λ_0 coincidano con uno dei valori estremi σ_1 , λ_1 o σ_{11} , λ_{11} . L'errore massimo assoluto che si possa compiere nel determinare σ è di $\pm 0,05$ quando non si avesse alcuna idea del valore approssimativo di σ_1 e σ_2 , generalmente potremo limitare questa ampiezza di errore, ma per il valore della presente discussione è bene attenerci all'errore massimo assoluto.

Supponiamo di aver calcolato il motore impiegando il σ medio, ossia $\sigma = 0,11$. Se questo fosse il vero valore di σ il motore funzionerebbe perfettamente nel punto di tangenza a carico normale. Se invece i valori veri sono $\sigma_1 = 0,16$ o $\sigma_{11} = 0,06$ il motore non funzionerà più al punto di tangenza a carico normale.

Supponiamo di avere tre motori uguali ma coi tre σ differenti, facciamoli funzionare al punto di tangenza e calcoliamo le potenze sviluppate:

$$\begin{aligned}\sigma &= 0,11 & W &= 3 \eta \ e I_0 C_1 \cos \phi, \\ \sigma_1 &= 0,06 & W_1 &= 3 \eta_1 \ e I_0 C'_1 \cos' \phi, \\ \sigma_{11} &= 0,16 & W_{11} &= 3 \eta_{11} \ e I_0 C''_1 \cos'' \phi.\end{aligned}$$

Per cui se abbiamo calcolato un motore con un σ medio e se lo vogliamo far funzionare, qualunque sia il suo σ vero, nel punto di tangenza avremo un'oscillazione nel valore della potenza che sarà inferiore a $\pm \frac{W_1 - W_{11}}{2}$

in valore assoluto e inferiore a $\pm \frac{W_1 - W_{11}}{2 W}$ in valore relativo.

Chiamando E questo valore relativo massimo, avremo:

$$E = \pm \frac{3 \eta_1 \ e I_0 C'_1 \cos' \phi - 3 \eta_{11} \ e I_0 C''_1 \cos'' \phi}{2 \cdot 3 \eta \ e I_0 C' \cos \phi},$$

ritenendo η , η_1 e η_{11} prossimamente uguali (coefficienti di rendimento) e riducendo:

$$E = \pm \frac{C'_1 \cos' \phi - C''_1 \cos'' \phi}{2 C_1 \cos \phi}.$$

La Tabella N. 2 ci dà i valori di C_1 e $\cos \phi$ a seconda dei diversi σ , calcolando avremo:

$$E = \pm 0,3.$$

Quindi se noi volessimo far funzionare il motore al suo punto di tangenza, qualunque sia il suo vero σ , dovremmo, nel caso più sfavorevole, impiegarlo con un carico normale superiore od inferiore di $\frac{3}{10}$ a quello imposto.

In generale ciò non si potrà fare, perchè se abbiamo calcolato un motore della potenza W , è di questa potenza che abbiamo bisogno e non d'altra, perciò quando avremo errato nell'apprezzamento di ε sarà necessario far sviluppare al motore la potenza W facendolo lavorare in un punto diverso da quello di tangenza.

Cerchiamo come e dove lavorerà in questo caso.

In un punto qualunque la potenza è:

$$W = 3 \gamma e I_1 \cos \phi,$$

ma:

$$I_1 = 2 \lambda I_0 \rho_1,$$

per cui:

$$W = 3 \gamma e 2 \lambda I_0 \rho_1 \cos \phi,$$

da cui:

$$\lambda \rho_1 \cos \phi = \frac{W}{3 \gamma e 2 I_0},$$

ma:

$$\rho_1 \cos \phi = \varepsilon_1,$$

per cui:

$$\lambda \varepsilon_1 = \frac{W}{3 \gamma e 2 I_0}.$$

Se riteniamo il fattore di rendimento γ costante, tutto il secondo termine è costante, perciò avremo:

$$\lambda' \varepsilon'_1 = \lambda \varepsilon_1 = \lambda'' \varepsilon''_1.$$

Il valore $\lambda \varepsilon_1 = \lambda \rho_1 \cos \phi$ pel valore medio e pel punto di tangenza possiamo calcolarlo, lo chiameremo Λ , avremo:

$$\lambda' \varepsilon'_1 = \Lambda,$$

$$\lambda'' \varepsilon''_1 = \Lambda.$$

Sappiamo che in generale:

$$\varepsilon_1^2 = \varepsilon_1 (1 - \varepsilon_1).$$

Per cui potremo calcolare ε'_1 e ε''_1 , quindi ρ'_1 , ρ''_1 , $\cos' \phi$ e $\cos'' \phi$, corrispondenti ai valori ε_1 e ε_{11} .

Eseguendo i calcoli:

$$\varepsilon'_1 = 0,093,$$

$$\varepsilon''_1 = 0,025,$$

$$\rho'_1 = 0,386,$$

$$\rho''_1 = 0,189.$$

Chiamiamo I_1 , I_1' , I_1'' le intensità della corrente primaria necessaria a sviluppare la potenza W per i diversi valori di σ . Avremo:

$$I_1 = 2 \lambda \ I_0 \rho_1,$$

$$I_1' = 2 \lambda' \ I_0 \rho_1',$$

$$I_1'' = 2 \lambda'' \ I_0 \rho_1''.$$

L'errore massimo relativo è $E = \pm \frac{I_1' - I_1''}{2 I_1}$, sostituendo:

$$E = \pm \frac{\lambda' \rho_1' - \lambda'' \rho_1''}{2 \lambda \rho_1}.$$

Calcolando:

$$E = \pm 0,1.$$

Per cui quando avessimo errato nell'apprezzare σ nel modo più sfavorevole e volessimo far funzionare il motore in modo da sviluppare la potenza W , avremmo tutto al più una corrente primaria superiore od inferiore a quella calcolata di $1/10$.

Che significato ha questo aumento o questa diminuzione della corrente necessaria ad ottenere la potenza voluta?

Nel caso di aumento indica che esiste uno sfasamento maggiore di quello supposto fra la corrente primaria e la f. e. impressa e cioè indica una reciproca diminuzione del fattore di potenza $\cos \phi$. L'aumento di $1/10$ della corrente indica la diminuzione di $1/10$ nel fattore di potenza di fatto:

$$1 = 1,1 \cdot 0,909091,$$

e prossimamente:

$$1 = 0,9 \cdot 1,1.$$

Per cui se:

$$W = 3 \eta \ e \ i \cos \phi,$$

avremo ancora:

$$W = 3 \eta \ e \ (1,1 \ i) (0,9 \cos \phi).$$

Ma il fatto stesso dell'aumento di σ determina una diminuzione del fattore massimo di potenza, per cui anche se avessimo calcolato il motore col suo vero σ che in questo caso è il massimo, avremmo avuto una diminuzione del fattore di potenza. Ora per σ medio (0,11) il fattore di potenza massimo è 0,820, per σ massimo (0,16) il massimo fattore di potenza è 0,758, per questo solo fatto il fattore di potenza varia di 0,07, per cui anche se avessimo calcolato il motore col suo vero σ avremmo avuto una diminuzione di 7 % di $\cos \phi$, noi l'abbiamo trovato di $1/10$ per cui l'errore massimo è di 0,03.

Similmente si potrebbe ragionare nel caso della diminuzione della corrente primaria.

Perciò col metodo seguito raggiungiamo l'approssimazione del 3 per 100.

Abbiamo, nel ragionamento fatto, supposto che il fattore di rendimento non variasse al variare delle diverse condizioni di funzionamento. Ciò non è esattamente vero, ma si può dimostrare che è praticamente vero. Variando la corrente primaria varia naturalmente anche la corrente secondaria.

Sappiamo che :

$$n_1 I_0 = M_1 ,$$

$$M_1 C_5 = M_2 = n_2 I_2 ,$$

quindi :

$$C_5 n_1 I_0 = n_2 I_2 ,$$

ma :

$$I_1 = I_0 C_1 ,$$

quindi :

$$C_5 n_1 \frac{I_1}{C_1} = n_2 I_2 ,$$

ed infine :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} \frac{C_1}{C_5} .$$

Siccome la variazione avviene in causa della variazione di σ , facciamo i diversi rapporti $\frac{C_1}{C_5}$ al variare di σ , e avremo:

$$\sigma = 0,11 \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} 1,12 ,$$

$$\sigma = 0,06 \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} 1,15 ,$$

$$\sigma = 0,16 \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} 1,07 .$$

Essendo $\frac{n_2}{n_1}$ costante potremo dire che approssimativamente il rapporto $\frac{I_1}{I_2}$ si mantiene costante. Quindi variando l'intensità primaria varia nello stesso rapporto la secondaria. La variazione della corrente provoca una variazione nella perdita nel rame, variazione che è proporzionale al quadrato della corrente. Le perdite nel ferro restano

inalterate. Abbiamo visto che la corrente può variare al massimo di $\frac{1}{10}$, perciò potremo scrivere:

$$\frac{w_j}{w'_j} = \frac{I_1^2}{(1 \pm 0,1)^2 I_1^2},$$

essendo w_j la perdita nel rame da noi calcolata; per cui:

$$w'_j = (1 \pm 0,1)^2 w_j,$$

da cui:

$$w_j = 1,21 w'_j, \quad w_j = 0,81 w'_j.$$

L'errore massimo che si può fare nel calcolo delle perdite nel rame è di $\frac{2}{10}$ delle perdite stesse.

Il rendimento è:

$$\eta = 1 - \frac{w}{W},$$

$\frac{w}{W}$ è dell'ordine di $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ e w comprende anche le perdite nel ferro che rimangono inalterate, l'approssimazione di η è quindi raggiunta alla centesima parte di sè stesso od al centesimo in quanto che η è inferiore ad 1.

Perciò praticamente la variazione di η è trascurabile. Dal complesso della discussione fatta possiamo concludere che, calcolando il motore con un σ medio fra gli estremi, qualunque sia il vero σ :

1° Il motore funzionerà a carico normale certamente a meno del 3 per 100 dal suo punto di tangenza e cioè con un fattore di potenza che sarà effettivamente il massimo a meno di 0,03;

2° L'intensità della corrente primaria e secondaria effettiva si approssimerà a quella calcolata a meno di $\frac{1}{10}$ e siccome anche un aumento di $\frac{1}{10}$ della corrente non può menomare l'apparecchio quando siasi presa una densità q di corrente conveniente, i dati forniti dal calcolo sono compresi in limiti pratici;

3° Il rendimento elettrico del motore non può variare di quantità praticamente sensibili.

Perciò non dovremo preoccuparci del vero valore di σ , ossia di η_1 e η_2 , prenderemo sempre un valore medio compreso fra limiti che la pratica potrà definirci e che potranno essere meno ampi di quelli che qui furono esposti, ritenendo che il motore così calcolato funzionerà praticamente in modo esatto al punto di tangenza del diagramma di Heyland durante il carico normale.

PARTE V.

Pratica del calcolo ed esempio pratico di calcolo di un motore trifase.

La pratica del calcolo col metodo esposto riesce abbastanza semplice e sollecita. Per maggiore chiarezza di esposizione procederò di pari passo colla pratica del calcolo e con un esempio pratico.

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

I dati del problema sono:

La potenza che il motore deve sviluppare a carico normale W .

$$W = 500 \text{ kw.}$$

La forza elettromotrice efficace impressa e .

$$e = 3000 \text{ volt}$$

La frequenza dell'alternativa della corrente f .

$$f = 50$$

Può o no essere dato l'ordine della velocità angolare che si vuol ottenere.

Si fissano i valori di:

γ = coefficiente dipendente dall'isolamento dei fili dell'avvolgimento induttore e dall'isolamento dei fasci di fili nei fori dello statore.

$$\gamma = 1,6$$

$$\sigma. - \sigma = \frac{1 - \gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 \gamma_2}, \quad \gamma_1 \text{ e } \gamma_2 \text{ coefficienti di}$$

disperdimento del flusso nello statore e nel rotore; σ varia fra 0,06 e 0,16. Quando non si abbia nessun dato per stabilire un valore approssimativo di σ è bene prendere un valore medio fra gli estremi.

$$\sigma = 0,11$$

B = valore dell'induzione media nel ferro, generalmente fra 2000 e 3000 unità.

$$B = 3000$$

q = valore della densità della corrente in genere fra 200 e 300 ampère per cm^2 .

$$q = 300$$

α = rapporto fra lo spazio occupato da un foro nel senso della periferia e l'intervallo fra asse ed asse dei fori, compreso in genere fra

$$\frac{1}{2} \text{ e } \frac{4}{5}.$$

$$\alpha = 0,75$$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

y = altezza dei fori, in genere non superiore a 3-4 cm.

δ = interferro.

Si determina, mediante il calcolo, il valore della eccitazione, ossia il valore dei fili-ampère per polo e per fase $M_1 = I_0 n_1$, ricordando che I_0 rappresenta il valore efficace. Lo stesso calcolo determina pure $B_{\max}$, valore massimo della induzione nell'interferro.

I valori di M_1 e di $B_{\max}$ si trovano sulla Tabella N. 3 dei valori di M_1 e $B_{\max}$ (V. Appendice).

Si cerca (Tab. N. 2) il valore di C_1 .

Si applica la formola (13):

$$\frac{D}{p} = \frac{6 \gamma M_1 C_1}{q \alpha y \pi}.$$

D diametro del rotore;

p numero coppie polari.

Si esamina se è soddisfatta la condizione di possibilità di costruzione del motore (15):

$$v_m \geq \frac{6 \gamma f M_1 C_1}{q \alpha y},$$

in cui si fissa v_m velocità periferica massima che si può concedere al motore (2000-3000).

Si cerca (Tab. 2) il valore di $\cos \phi$.

Si fissa il valore di K coefficiente della formola della f. e. degli alternatori ($K = 2,1$).

Si applica la formola (19):

$$\eta l p = \frac{10^8 q \alpha y W}{18 K f B \gamma M_1^2 C_1^2 \cos \phi}.$$

η coefficiente di rendimento;

l lunghezza del rotore.

Se è dato l'ordine della velocità angolare che si vuole ottenere, questo dato può servirci a calcolare il numero $2p$ di poli. Se la velocità angolare è indifferente, si può cercare un valore di p che renda minime le perdite, oppure un valore di p che faccia assumere una certa

$$y = 4$$

$$\delta = 0,15$$

$$M_1 = 590$$

$$B_{\max} = 4200$$

$$C_1 = 3,2$$

$$\frac{D}{p} = 6,42$$

$$2000 > 1010$$

$$\cos \phi = 0,820$$

$$K = 2,1$$

$$\eta l p = 2140$$

Prenderemo $p = 20$,
per cui:

$$D = 128,4$$

$$\eta l = 107.$$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

forma più o meno schiacciata o più o meno allungata al motore, a seconda dell'uso o del collocamento.

Velocità angolare circa 150 giri al minuto primo.

Calcolo del rendimento η .

Si fissano:

ρ = coefficiente di rescitività del rame;
 λ = coefficiente dipendente dall'allungamento delle spire in causa delle ripiegature del filo.

$$\rho = 1,6 \cdot 10^{-6}$$

$$\lambda = 1,1$$

Si applicano le formole (28), (29):

$$c b_1 = \frac{10^8 q^2 \rho \lambda \alpha y}{3 K f B \gamma M_1 C_1 \cos \phi};$$

$$c b_1 = 0,0256$$

$$g_1 = \frac{18 p \rho \lambda \gamma M_1^2 C_1^2}{\alpha y}.$$

$$g_1 = 1210$$

Si cerca (Tab. 2) il valore di C_5 .

$$C_5 = 2,87$$

Si fissa λ_1 coefficiente analogo a λ , ma per l'avvolgimento indotto.

$$\lambda_1 = 1,1$$

Si applicano le formole (31) e (32):

$$c b_2 = \frac{10^8 q^2 \rho \lambda_1 \alpha y C_5}{3 K f B \gamma M_1 C_1^2 \cos \phi} = c b_1 \frac{C_5 \lambda_1}{C_1 \lambda};$$

$$c b_2 = 0,0230$$

$$g_2 = \frac{18 p \rho \lambda_1 \gamma M_1^2 C_1 C_5}{\alpha y} = g_1 \frac{C_5 \lambda_1}{C_1 \lambda}.$$

$$g_2 = 1080$$

Si trovano le perdite totali nel rame:

$$w_j = (c b_1 + c b_2) \frac{W}{\eta} + g_1 + g_2.$$

$$w_j = 0,0486 \frac{W}{\eta} + 2290$$

Si fissa ε coefficiente della perdita per isteresi.

$$\varepsilon = 0,003$$

Si applicano le formole (40), (42), (44):

$$P_1 = 10 \varepsilon B_{\max}^{1,6} \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{\gamma}{k B q \alpha y \cos \phi};$$

$$P_1 = 0,00329$$

$$P_2 = 10 \varepsilon B_{\max}^{1,6} \frac{y (1 - \alpha)^{0,6}}{3 k B M_1 C_1 \cos \phi};$$

$$P_2 = 0,00109$$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

$$P_3 = 10 \beta \varepsilon B_{\max}^{1,6} \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{\gamma}{k B q \alpha y \cos \phi} =$$

$$= \beta \frac{\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8 p}}{\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8 p}} P_1.$$

$$P_3 = 0,000178$$

Prendendo per β un valore approssimato dello scorrimento.

$$\beta = 0,05$$

Perdite complessive per isteresi :

$$w_i = (P_1 + P_2 + P_3) \frac{W}{\eta}.$$

$$w_i = 0,00456 \frac{W}{\eta}$$

Si fissa:

h_2 coefficiente delle perdite per correnti parassite ;

$$h_2 = 1,6$$

Δ spessore delle lamie ;

$$\Delta = 0,05$$

Si applicano le formole (48), (50), (52):

$$Q_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{10^{-3} h_2 B f \Delta^2 \gamma}{k q \alpha y \cos \phi} ;$$

$$Q_1 = 0,000322$$

$$Q_2 = \frac{10^{-3} h_2 B f \Delta^2 y}{3 (1 - \alpha) k M_1 C_1 \cos \phi} ;$$

$$Q_2 = 0,000985$$

$$Q_3 = \beta^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8 p} \right) \frac{10^{-3} h_2 B f \gamma \Delta^2}{k q \alpha y \cos \phi} =$$

$$= \beta^2 \frac{\frac{1}{2} - \frac{\pi}{8 p}}{\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8 p}} Q_1.$$

$$Q_3 = 0,000000744$$

Perdite complessive per correnti parassite :

$$w_p = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \frac{W}{\eta}.$$

$$w_p = 0,0013 \frac{W}{\eta}$$

Perdite totali (56) :

$$w = w_j + w_i + w_p = R \frac{W}{\eta} + B.$$

$$w = 0,053 \frac{W}{\eta} + 2290$$

$$R = 0,053$$

$$B = 2290$$

Si applica la formola (57) :

$$\eta = \frac{1}{2} - \frac{B}{2 W} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2} - \frac{B}{2 W} \right)^2 - R}.$$

$$\eta = 0,942$$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

Si trova la perdita complessiva:

$$w = R \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B}; \quad w = 30900$$

le perdite parziali nel rame:

$$w_j = c_b \frac{W}{\eta} + \mathfrak{B}; \quad w_j = 27890$$

nel ferro:

$$w_i = P \frac{W}{\eta}; \quad w_i = 2350$$

$$w_p = P \frac{W}{\eta}; \quad w_p = 685$$

la perdita a vuoto (55):

$$w_o = \left(\frac{c_b}{C_1^2} + P_1 + P_2 + Q_1 + Q_2 \right) \frac{W}{\eta} + \frac{\mathfrak{B}_1}{C_1^2}. \quad w_o = 4435$$

Il valore della corrente in fase colla f. e. a vuoto:

$$i_o = \frac{w_o}{3 e}. \quad i_o = 0,5$$

Il valore della corrente primaria a vuoto (9):

$$I_o = \frac{W}{3 \eta e c_1 \cos \varphi}. \quad I_o = 22,5$$

Il valore della corrente primaria a carico normale (2):

$$I_1 = C_1 I_o. \quad I_1 = 72$$

Il valore vero della corrente a vuoto (56):

$$I_o = \sqrt{I_o^2 + i_o^2}. \quad I_o = 22,5$$

Il numero totale dei fili (11):

$$N_1 = \frac{6 p M_1}{I_o}. \quad N = 2520$$

Il numero dei fili per polo e per fase:

$$n_1 = \frac{N_1}{6 p}. \quad n_1 = 21$$

La sezione del filo di rame nudo:

$$s_1 = \frac{I_1}{q}. \quad s = 0,24$$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

L'ampiezza dell'espansione polare :

$$a = \frac{\pi D}{2 p} .$$

$$a = 10,1$$

Su ogni ampiezza polare si fanno ugual numero di fori: l per fase, quindi la distanza fra foro e foro, z è :

$$z = \frac{a}{3 l} .$$

$$l = 1$$

$$z = 3,4$$

La larghezza di un foro :

$$\alpha z .$$

$$\alpha z = 2,55$$

Calcolo dell'avvolgimento indotto. — Supponiamo fori a sezione circolare (25) :

$$\alpha_1^2 x_1 = \frac{24 p \gamma_1 C_5 M_1}{D \pi^2 q} .$$

$$\alpha_1^2 z_1 = 3,43$$

γ^1 coefficiente d'isolamento.

$$\gamma^1 = 1,6$$

Abbiamo anche :

$$N_2 z_1 = \pi D .$$

$$N_2 z_1 = 403,5$$

Si può fare :

$$\frac{\alpha_{12}}{N_2} = \frac{\alpha_1^2 z_1}{\pi D} = F$$

$$\alpha_1^2 = F N_2 = 6 p F n_2 = \frac{6 p \alpha_1^2 z_1}{\pi D} n_2 .$$

$$\alpha_1^2 = 1,03 n_2$$

Si danno ad n_2 valori interi successivi sino a trovare un valore conveniente per α_1 .

Anche facendo :

$u_2 = 1 \quad \alpha_1 > 1$,
per cui non si possono disporre bacchette cilindriche.

Supponiamo fori a sezione rettangolare (26) :

$$\alpha_1 \beta_1 z_1 = \frac{6 p \gamma_1 C_5 M_1}{\pi D q} .$$

$$\alpha_1 \beta_1 z_1 = 3,59$$

Abbiamo anche :

$$N_2 z_1 = \pi D$$

$$N_2 z_1 = 403,5$$

$$\frac{\alpha_1 \beta_1}{N_2} = \frac{\alpha_1 \beta_1 z_1}{\pi D} = F$$

$$\alpha_1 \beta_1 F N_2 = 6 p F n_2 .$$

$$\alpha_1 \beta_1 = 1,07 n_2$$

<i>Pratica del calcolo.</i>	<i>Esempio.</i>
Si danno valori interi ad n_2 e convenienti a α_1 e si determina β_1 .	$n_2 = 1$ $\alpha_1 = 0,7$ $\beta_1 = 1,5$
Si determina χ_1 :	
$\chi_1 = \frac{\pi D}{120},$	$\chi_1 = 3,4$
i lati dei fori:	
$\alpha_1 \chi_1$	$\alpha_1 \chi_1 = 2,38$
$\beta_1 \chi_1,$	$\beta_1 \chi_1 = 5,1$
la sezione del foro:	
$s_{11} = \alpha_1 \beta_1 \chi_1^2,$	$\alpha_1 \beta_1 \chi_1^2 = 12,138$
la sezione del rame nudo:	
$s_1 = \frac{s_{11}}{\gamma},$	$s_1 = 7,58$
la corrente secondaria:	
$I_2 = \frac{C_5 M_1}{n_2}.$	$I_2 = 1700$

Funzionamento del motore. — Si calcolano i coefficienti:

$2 \lambda I_0$	$2 \lambda I_0 = 204,5$
$\frac{(I_2)}{G_2}$	$\frac{(I_2)}{G_2} = 5667$
$(S) = -\frac{w_r}{W + w_r} \quad w_r = (A_2 + P_3 + Q_3) \frac{W}{\gamma} + B_2$	$(S) = 0,0224$
$\frac{(S)}{G_3}$	$\frac{(S)}{G_3} = 0,079$
$(C) = \frac{p W}{19,6 \pi f [1 - (S)]}$	$(C) = 3320$
$\frac{(C)}{G_4}.$	$\frac{(C)}{G_4} = 11600$

Ricavando G_2 , G_3 , G_4 dalla Tabella N. 2, servendoci della Tabella N. 1, si costruisce la tabella di funzionamento del motore:

$I_1 = 2 \lambda I_0 \rho_1$	$I_1 = 204,5 \rho_1$
$I_2 = \frac{(I_2)}{G_2} s_1$	$I_2 = 5667 s_1$

*Pratica del calcolo.**Esempio.*

$$C = \frac{(C)}{G_4} z_1$$

$$C = 11600 z_1$$

$$S = \frac{(S)}{G_3} y_1.$$

$$S = 0,079 y_1$$

Coppia motrice all'avviamento :

$$C_o = \frac{(C) (S) G_3}{(G_4 [(S)^2 + G_3^2])}.$$

$$C_o = 830$$

Resistenza da aggiungere all'avvolgimento
secondario per rendere massima la coppia mo-
trice di avviamento :

$$R = \frac{W}{I_2^2} \frac{G_3}{1 - G_3}.$$

$$R = 0,08.$$

PARTE VI.

Appendice riguardante l'eccitazione.

Per eseguire il calcolo dei motori è necessario conoscere il valore dell'eccitazione capace di produrre nell'interferro quella induzione media che noi desideriamo, come pure è necessario conoscere il valore massimo che detta induzione viene ad assumere nel suo periodo. Questi due valori noi li abbiamo espressi coi simboli M_1 e $B_{\max}$; ricordiamo pure che $M_1 = n \cdot I_0$ in cui n_1 è il numero dei fili per polo e per fase ed I_0 il valore efficace della corrente primaria a vuoto.

Il calcolo di M_1 e di $B_{\max}$ è molto laborioso e facilmente si può incorrere in errori, perciò ho cercato di costruire una Tabella N. 3 che dia immediatamente questi valori nei casi che più facilmente si presentano nella pratica. Il metodo usato per la costruzione della Tabella N. 3 è quello dato per il calcolo di M_1 e di $B_{\max}$ dal prof. Guido Grassi nel Corso superiore di Elettrotecnica nel R. Museo Industriale di Torino. Questo metodo, che non starò qui a ricordare, tiene calcolo, oltre che della riluttanza dell'interferro, anche di quella del ferro nella parte in cui questo presenta una sezione ristretta e cioè nella parte dentata. Di più il metodo stesso tiene anche conto della varia distribuzione del flusso sull'ampiezza della faccia polare nel corso del suo periodo.

Le quantità che influiscono sui valori di M_1 e di $B_{\max}$ sono: B valore dell'induzione media, δ valore dell'interferro, α valore del rapporto fra la larghezza di un foro e la distanza fra gli assi dei fori, y altezza dei fori e le qualità magnetiche del ferro.

Ho fatto variare δ per i valori 0,1 — 0,15 — 0,2; y per i valori 2 — 3 — 4; α per i valori 0,75 — 0,80; B fra i limiti 1500 — 3000 ed ho preso per i valori di n quelli dati dall'Hospitalier nel suo *Formulaire de l'Electricien*. Ho quindi costruito delle curve fra B ed M_1 e $B_{\max}$ ed M_1 , curve che hanno permesso di regolarizzare i risultati del calcolo. Da queste curve ho ricavato i valori di M_1 e di $B_{\max}$ corrispondenti a valori di B di 100 in 100 unità fra $B = 1500$ e $B = 3000$.

Se osserviamo le tabelle e più specialmente le curve che dalle stesse tabelle si ricavano vediamo che i valori di M_1 crescono più rapidamente dei valori di B . Ciò avviene perchè la riluttanza del circuito magnetico non si mantiene costante e la parte di riluttanza dovuta al circuito nel ferro cresce più rapidamente che non cresca la indu-

zione. Perciò vediamo crescere molto più rapidamente i valori di M corrispondenti ad $\alpha = \frac{4}{5}$ che non quelli corrispondenti a $\alpha = \frac{3}{4}$ ed in ogni gruppo crescere rapidamente i valori corrispondenti ad y maggiori, mentre i valori corrispondenti ad uguali y ma a diversi δ si mantengono pressochè a differenza costante, in quanto che la permeabilità dell'aria si mantiene costante. I valori di $B_{\max}$ crescono invece meno rapidamente dei valori di B , variano poco al variare di δ e sono maggiori in corrispondenza di y minori. Così anche vediamo che i valori di $B_{\max}$ crescono meno rapidamente nel gruppo corrispondente ad α maggiore. Ciò fa vedere come si debba procedere per ottenere piccoli valori di $B_{\max}$ (ciò che è vantaggioso) rispetto ad uguali valori di B .

Per i valori intermedi a quelli contenuti nella Tab. N. 3 si può usare il sistema di interpolazione. Per i valori di α inferiori a $\frac{3}{4}$ ha poca influenza la riluttanza del ferro, in quanto che anche per $\alpha = \frac{3}{4}$ la curva di M_1 presenta una piccola concavità, perciò per valori di α minori di 0,75 si potranno ottenere valori sufficientemente esatti di M e $B_{\max}$ eseguendo una interpolazione fra i valori corrispondenti ad $\alpha = \frac{3}{4}$ ed i valori corrispondenti alla riluttanza del ferro trascurabile.

Vigevano, Gennaio 1901.

Tabella N. 1.

χ_1	ρ_1			$\cos \psi$			S_1	Y_1	Z_1	Annotazioni
	$\sigma = 0,16$	$\sigma = 0,11$	$\sigma = 0,06$	$\sigma = 0,16$	$\sigma = 0,11$	$\sigma = 0,06$				
0	0,16	0,11	0,06	0	0	0	0	0	0	A vuoto
0,01	0,197	0,156	0,122	0,505	0,638	0,815	0,100	0,1005	0,0995	
0,03	0,255	0,221	0,193	0,671	0,774	0,886	0,173	0,1761	0,171	
0,05	0,303	0,274	0,242	0,720	0,796	0,901	0,224	0,2398	0,218	
0,07	0,344	0,312	0,286	0,741	0,817	0,891	0,265	0,2742	0,255	
0,09	0,380	0,349	0,323	0,753	0,819	0,886	0,300	0,3146	0,286	
0,1	0,397	0,366	0,340	0,756	0,819	0,882	0,316	0,333	0,300	
0,2	0,538	0,506	0,477	0,744	0,790	0,839	0,447	0,500	0,400	
0,3	0,649	0,615	0,583	0,706	0,743	0,786	0,548	0,655	0,458	
0,4	0,744	0,707	0,672	0,659	0,693	0,729	0,632	0,816	0,490	
0,5	0,828	0,789	0,751	0,604	0,634	0,667	0,707	1,000	0,500	Coppia motrice massima
0,6	0,904	0,863	0,822	0,542	0,568	0,596	0,775	1,23	0,490	
0,7	0,974	0,931	0,888	0,470	0,492	0,516	0,837	1,55	0,458	
0,8	1,04	0,994	0,949	0,385	0,402	0,422	0,894	2,00	0,400	
0,9	1,10	1,05	1,00	0,273	0,286	0,300	0,949	3,02	0,300	
0,92	1,12	1,07	1,02	0,240	0,253	0,266	0,959	3,34	0,271	
0,94	1,13	1,08	1,03	0,210	0,219	0,230	0,969	4,08	0,237	
0,96	1,14	1,09	1,04	0,172	0,180	0,189	0,979	5,00	0,196	
0,98	1,15	1,10	1,05	0,122	0,130	0,133	0,990	7,07	0,140	
0,99	1,15	1,10	1,05	0,086	0,088	0,092	0,995	10,00	0,0995	
1	1,16	1,11	1,06	0	0	0	1	∞	0	

Tabella N. 2.

σ	2λ	γ_3	C_1	$C_2 = \cos \varphi$	C_2	G_1	G_2	G_3	G_4
0,16	6,25	0,928	2,69	0,758	2,32	0,431	0,348	0,372	0,326
0,11	9,09	0,948	3,18	0,820	2,76	0,349	0,300	0,315	0,286
0,06	16,67	0,972	4,20	0,893	3,98	0,252	0,232	0,238	0,226

NB. — γ_3 coefficiente di disperdimento del flusso nel rotore fu calcolato nella supposizione di $\gamma_1 = \gamma_2$.

Tabella N. 3.

Valori di M_1 e di $B_{\max}$

B	Riluttanza del ferro trascurabile	$\alpha = \frac{3}{4}$								$\alpha = \frac{4}{5}$							
		$\delta = 0,1$				$\delta = 0,2$				$\delta = 0,1$				$\delta = 0,15$			
		$\delta = 0,1$	$\delta = 0,15$	$\delta = 0,2$	$\delta = 0,25$	$\delta = 0,1$	$\delta = 0,15$	$\delta = 0,2$	$\delta = 0,25$	$\delta = 0,1$	$\delta = 0,15$	$\delta = 0,2$	$\delta = 0,25$	$\delta = 0,1$	$\delta = 0,15$	$\delta = 0,2$	$\delta = 0,25$
1500	146	219	293	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580	2580
1600	156	234	313	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
1700	166	249	332	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920
1800	175	254	351	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
1900	185	278	370	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270	3270
2000	195	292	390	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440

2100	204	308	409	215	222	229	320	326	334	420	427	437	238	252	266	340	354	370	424	436	450
	3610	3610	3610	3510	3490	3470	3510	3490	3470	3510	3490	3510	3190	3150	3110	3190	3150	3110	3190	3150	3110
2200	214	323	428	226	235	243	336	344	353	442	451	462	256	274	290	366	382	400	476	494	510
	3780	3780	3780	3630	3610	3590	3630	3610	3590	3630	3610	3590	3270	3230	3190	3270	3230	3190	3270	3230	3190
2300	223	338	447	238	248	257	354	362	372	466	477	487	278	298	318	394	412	432	514	536	558
	3950	3950	3950	3760	3730	3700	3760	3730	3700	3760	3730	3700	3360	3310	3260	3360	3310	3260	3360	3310	3260
2400	233	353	467	250	252	263	373	382	394	492	504	514	304	326	350	424	446	470	560	586	614
	4130	4130	4130	3870	3830	3790	3870	3830	3790	3870	3830	3790	3530	3480	3430	3530	3480	3430	3530	3480	3430
2500	243	368	486	263	276	279	384	405	417	520	532	545	332	356	384	456	486	518	610	644	680
	4290	4290	4290	3950	3910	3870	3950	3910	3870	3950	3910	3870	3520	3450	3380	3520	3450	3380	3520	3450	3380
2600	253	383	506	278	293	308	415	428	443	548	563	580	366	394	424	498	532	568	672	718	770
	4460	4460	4460	4020	3980	3940	4020	3980	3940	4020	3980	3940	3580	3510	3440	3580	3510	3440	3580	3510	3440
2700	263	398	526	295	311	328	438	454	472	—	—	—	404	434	472	546	580	632	730	810	890
	4630	4630	4630	4080	4040	4000	4080	4040	4000	—	—	—	3640	3560	3480	3640	3560	3480	3640	3560	3480
2800	272	412	544	314	332	352	463	482	504	—	—	—	446	484	528	600	650	710	—	—	—
	4800	4800	4800	4180	4140	4100	4180	4140	4100	—	—	—	3690	3610	3530	3690	3610	3530	—	—	—
2900	282	427	564	335	358	379	494	516	543	—	—	—	498	544	598	690	740	836	—	—	—
	4970	4970	4970	4220	4180	4140	4220	4180	4140	—	—	—	3740	3660	3580	3740	3660	3580	—	—	—
3000	292	432	584	353	376	399	528	558	588	—	—	—	560	620	686	—	—	—	—	—	—
	5140	5140	5140	4290	4250	4200	4290	4250	4200	—	—	—	3790	3710	3630	—	—	—	—	—	—

NB. — Le cifre in carattere comune rappresentano M_1 , quelle in grassetto B_{max} .

N. 10.**SUL CALCOLO DELLE DIMENSIONI
DI UN ALTERNATORE**

LETTURA*del Prof. GUIDO GRASSI**fatta alla Sezione di Torino il 2 Marzo 1901**(Con 2 figure).*

In questa Nota intendo mettere in evidenza alcune relazioni fra gli elementi di un alternatore, le quali possono servire di norma per assegnare le dimensioni dell'indotto.

Credo che ciò non sia senza importanza, perchè finora, per quanto è a mia conoscenza, le regole date dagli autori che hanno scritto su questo argomento, lasciano sempre molto di arbitrario.

Il procedimento che deriva dalle formole che io propongo porta invece alla determinazione di tutti gli elementi richiesti, direttamente, con metodo razionale.

Per bene chiarire la questione, distinguo anzitutto i dati dalle incognite del problema come si presenta in pratica.

1. — Quando ci proponiamo di calcolare l'indotto di un alternatore, i dati del problema sono essenzialmente la potenza, determinata coi valori della f. e. m., della corrente e del fattore di potenza, e la frequenza dell'alternativa.

Le incognite sono la lunghezza e il diametro dell'indotto, il numero di poli, il numero di giri, il numero dei fili, l'interferro.

Sono coefficienti o quantità da stabilirsi *a priori*, secondo criteri pratici, e che devono in generale mantenersi fra determinati limiti, la densità di corrente, la velocità periferica, l'induzione, il coefficiente d'isteresi, la resistività del conduttore.

Poi vi sono altri elementi che dipendono dal tipo scelto, e sono specialmente quelli che riguardano le particolarità dell'avvolgimento, le dimensioni assolute e relative dei fori, delle scanalature o in generale dello spazio che deve contenere i fili; l'ampiezza relativa delle facce polari rispetto al passo; e quindi il coefficiente di forma della f. e. m.

Qualche volta potrà essere dato il numero di giri al minuto; questa condizione semplifica la soluzione. Ma siccome essa non è necessaria, così io suppongo che questo numero non sia dato.

Senza entrare, per ora, nella discussione dei valori numerici da assegnare ai coefficienti e parametri principali, io espongo la questione in generale, supponendo che si tratti di un alternatore polifase. L'indotto può essere fisso o mobile. Soltanto è necessario stabilire che esso sia di uno dei tipi ordinari, cioè formato di fili disposti secondo le generatrici di un cilindro.

Adottiamo le notazioni seguenti:

D diametro medio dello strato cilindrico che contiene i fili indotti;
 l lunghezza del cilindro, limitata alla porzione che si trova di fronte ai poli; cioè lunghezza del filo utile;

$2p$ numero di poli, che suppongo alternati;

N numero di fili utili corrispondenti al circuito di una fase;

m numero di giri dell'indotto, o dell'induttore, al minuto secondo;

t interferro;

W potenza dell'alternatore;

E f. e. m. efficace, generata negli N fili di una fase;

i corrente efficace che circola nei fili di ciascuna fase;

$\cos \phi$ fattore di potenza;

n frequenza, cioè numero di periodi completi al secondo;

v velocità periferica dell'organo mobile; questa velocità si prenderà eguale a quella che corrisponde al diametro D ed al numero di giri m . Veramente nel caso che l'indotto sia fisso, siccome D è un po' diverso dal diametro esterno dell'induttore mobile, la velocità effettiva alla periferia degli induttori differisce alquanto da quella così calcolata; ma, attesa la piccolezza dell'interferro, la differenza è praticamente trascurabile, tanto più se si considera che basta stabilire il valore della velocità con grossolana approssimazione;

d passo dell'alternatore, cioè la distanza da un polo al prossimo polo omonimo, misurata lungo la periferia e fra punti omologhi;

a ampiezza della faccia polare, lungo la periferia;

B induzione nell'interferro;

q la densità della corrente, cioè il rapporto fra l'intensità e la sezione del filo nell'indotto.

2. — Le relazioni fondamentali sono:

$$\begin{aligned}\pi D m &= v, \\ p d &= \pi D, \\ n d &= v,\end{aligned}$$

e poi quella che dà la f. e. m. e che scriverò sotto la forma seguente. La f. e. m. massima in un filo di lunghezza l che taglia normalmente un campo B con velocità v è $10^{-8} B v l$. Se tutti gli N fili di una fase possono trovarsi contemporaneamente nel campo B, il valore massimo della f. e. m., sarà $10^{-8} B v l N$. Per avere la f. e. m. efficace, basta applicare a questa espressione il coefficiente di forma k e si ha:

$$E = 10^{-8} k B v l N.$$

Nel caso che i fili di una fase siano disposti in modo da formare dei fasci o gruppi di fasci più larghi dell'ampiezza polare a (ciò che può darsi in casi speciali), allora, chiamando b la larghezza del fascio, ed essendo $b > a$, si ha:

$$E = 10^{-8} k B v l N \frac{a}{b}.$$

Quest'ultimo caso non è comune. Perciò nel seguito mi limito a considerare il caso precedente; ciò che non toglie nulla alla generalità della soluzione, poichè si potrà sempre tenere conto del rapporto $\frac{a}{b}$ che entra nell'ultima formola per correggere i risultati.

Ora comincio dall'osservare che, essendo n un dato del problema e v quantità da assegnare *a priori*, il passo d risulta noto; e allora conviene scrivere le relazioni fondamentali così:

$$E = 10^{-8} k B v l N \tag{1}$$

$$\pi D m = v \tag{2}$$

$$\pi D n = p v. \tag{3}$$

Abbiamo 3 equazioni e 5 incognite, cioè D, l, N, p, m .

Per trovare altre relazioni, io mi sono chiesto se vi siano altre condizioni alle quali si deve o conviene soddisfare e che dipendono dalle dimensioni o da altri elementi dell'alternatore.

Anzitutto osservo che nell'indotto si produce una caduta di tensione per effetto della resistenza. Chiamando r la resistenza dell'indotto, per una fase, e scrivendo che la caduta debba essere una frazione γ della f. e. m., si ha:

$$\gamma E = r i.$$

Indicando con L la lunghezza, con σ la sezione e con ρ la resistività del filo,

$$r = \rho \frac{L}{\sigma},$$

e quindi:

$$\gamma E = \rho L \frac{i}{\sigma} = \rho L q.$$

La L risulta da un numero N di tratti aventi la lunghezza l , cui bisogna aggiungere i tratti sporgenti, d'ordinario racchiusi in tubi isolanti, sul prolungamento di l e che indicheremo complessivamente con λ , e poi i tratti di connessione coi fili che si trovano d'ordinario a distanza di un mezzo passo; perciò questi tratti hanno la lunghezza $\frac{d}{2}$. In casi speciali le connessioni potranno essere di lunghezze diverse, ma sempre si potranno esprimere con determinate frazioni del passo.

Scriverò adunque la espressione della lunghezza totale L così:

$$L = N \left(l + \lambda + \frac{d}{2} \right),$$

ritenendo che in ogni caso si potrà scrivere una relazione analoga, dove soltanto cambierà il divisore 2. Con questo valore di L si ottiene:

$$\gamma E = \rho N \left(l + \lambda + \frac{d}{2} \right) q,$$

e se si pone in luogo di E il suo valore (1),

$$10^8 \gamma k B v l = \rho q \left(l + \lambda + \frac{d}{2} \right).$$

Da questa si ricava l'espressione della perdita γ ponendo $\rho = 2.10^6$,

$$\gamma = \frac{200 q}{k B v} \left(1 + \frac{2\lambda + d}{2l} \right), \quad (4)$$

ovvero l'espressione di l ,

$$l = \frac{\lambda + \frac{d}{2}}{\frac{\gamma k B v}{200 q} - 1}. \quad (5)$$

Di qui si vede che, se si vuole assegnare a γ un determinato valore, si ha direttamente la lunghezza dell'indotto, senz'altri tentativi. Anzi si può studiare come varia la perdita γ al variare di l . Inoltre si riconosce che γ non può essere inferiore a un dato limite, cioè a

quello che rende nullo il denominatore. Dunque γ deve essere sempre maggiore di

$$\frac{200 q}{k B v},$$

e converrà calcolare il valore di questa espressione, che servirà di norma anche in seguito.

Il numero di fili N risulta quindi direttamente dalla formola (1).

Quanto al diametro, esso può essere qualunque, se si pensa soltanto a soddisfare alle relazioni (2) e (3).

Ma se si vuole che i fili formino dei fasci non troppo profondi, o che in generale abbiano una determinata disposizione, bisogna che lo sviluppo della periferia πD sia sufficiente.

Questa considerazione conduce ad alcune relazioni degne di nota, e delle quali conviene approfittare per il calcolo delle dimensioni dell'alternatore.

3. — Suppongo l'alternatore trifase, cosicchè il numero totale dei fili sia $3N$. Chiamo σ la sezione del filo, α' il rapporto tra lo spazio occupato da tutto l'avvolgimento (compresi i tubi isolanti e la porzione di ferro tra un foro e l'altro) e la sezione del rame; δ lo spessore dell'avvolgimento, cioè la profondità dei fori, a partire dalla superficie del nucleo. Si avrà la relazione:

$$3 N \alpha' \sigma = \pi D \delta, \quad (6)$$

e ponendo in questa il valore di N ricavato dalla (1):

$$3 \alpha' \sigma E = 10^{-8} \pi \delta k B v D l.$$

Siccome:

$$\sigma = \frac{i}{q} \quad \text{e} \quad 3 E i \cos \varphi = W,$$

potenza della macchina, si ottiene:

$$D l \delta = \frac{10^8 \alpha' W}{\pi k q B v \cos \varphi}. \quad (7)$$

Questa relazione è analoga a quella che sussiste fra gli elementi dell'indotto in una dinamo, ma ne differisce perchè non contiene il numero di poli e lo spessore del nucleo dell'indotto.

4. — Il coefficiente α' , oltrechè dagli isolanti che circondano il filo, dipende dal rapporto fra la larghezza dei fori e quella del ferro tra un foro e l'altro. Tale rapporto è molto variabile negli alternatori at-

tuali; in alcune costruzioni si osserva che i fori sono molto avvicinati, in altre lo spessore del ferro supera di molto la larghezza dei fori o delle scanalature.

Si domanda se vi è un criterio per scegliere una determinata proporzione, o per stabilire dei limiti.

Il criterio si può desumere dalla particolarità che col diminuire lo spessore del ferro aumenta in esso l'induzione, e siccome la diminuzione di volume non è in proporzione dell'aumento d'induzione, ci dovrà essere uno spessore tale che corrisponde alla minima perdita nel ferro per isteresi.

Per rendere il calcolo più semplice suppongo le scanalature a sezione rettangolare. Sia c' (vedi fig. 1) la larghezza di un dente, c

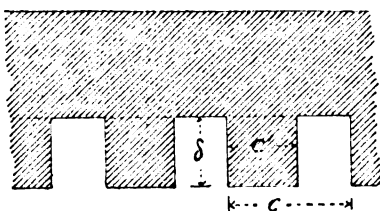


Fig. 1.

quella che corrisponde a un dente e una scanalatura. Il volume del ferro compreso nella zona scanalata di spessore δ , sarà:

$$V = \pi D l \delta \frac{c'}{c}.$$

E la perdita per isteresi:

$$w' = 10^{-7} \eta B_1^{1.6} V n,$$

dove η è il coefficiente d'isteresi, e B_1 l'induzione massima nei denti; tale induzione sta a quella che si ha nell'interferro, nel rapporto c a c' , cioè:

$$B_1 = B \frac{c}{c'}.$$

La perdita w' si può esprimere come una frazione γ' della potenza W dell'alternatore; allora, posto:

$$\frac{c}{c'} = x,$$

si ottiene:

$$\gamma' W = 10^{-7} \pi \eta n B^{1.6} D l \delta x^{0.6},$$

e combinando questa colla (7):

$$\gamma' = \frac{10 \eta n B^{0,6}}{k q v \cos \phi} \alpha' x^{0,6}. \quad (8)$$

Si chiami α il rapporto tra la sezione occupata dal filo coperto, compresi tutti gli involucri isolanti, e la sezione del filo nudo, cioè tra la sezione di un canale o foro, e il rame che vi è compreso.

Osservo che il rapporto fra la sezione della zona scanalata e quella dei fori è

$$\frac{c}{c - c'}.$$

Se si moltiplica questo rapporto per α si avrà il rapporto fra la sezione della zona scanalata e quella del rame, cioè α' ; dunque:

$$\alpha' = \frac{\alpha c}{c - c'} = \frac{\alpha x}{x - 1}.$$

L'espressione di γ' diventa:

$$\gamma' = 10 \frac{\eta n B^{0,6}}{k q v \cos \phi} \frac{\alpha x^{1,6}}{x - 1}. \quad (9)$$

Il valor minimo si ha per

$$1,6 x^{0,6} (x - 1) - x^{1,6} = 0,$$

ossia per

$$x = \frac{8}{3}. \quad (10)$$

Il che vuol dire che il ferro dovrebbe occupare i $\frac{3}{8}$ della zona scanalata; i fori in tal caso risultano più larghi dei denti.

Convien esaminare se scostandosi da questa proporzione la perdita nel ferro aumenta più o meno rapidamente. Ciò dipende dai valori della espressione:

$$\frac{x^{1,6}}{x - 1},$$

al variare di x ; e si trova che, accrescendo questo rapporto anche fino a 4, 5 e 6, la perdita aumenta di poco, mentre invece se si fa x minore di 2, la perdita cresce assai più rapidamente. Si può però scendere fino al valore 1,5 senza che aumenti la detta perdita oltre il 33 %. Il valore da scegliere, come il più vantaggioso, dovrebbe dunque essere compreso fra 4 e poco meno di 2.

Estendendo questo risultato ai casi in cui le scanalature hanno forme arrotondate, o sono fori, generalmente a sezione rettangolare ad angoli arrotondati, diremo che il ferro deve occupare non più della metà, e non meno di un quarto, della zona scanalata o forata.

Si ha così il mezzo di stabilire anche il valore di α' , che risulta, per $x = 2$,

$$\alpha' = 2 \alpha,$$

e per $x = 4$,

$$\alpha' = \frac{4}{3} \alpha.$$

Il valore normale sarebbe quello corrispondente a

$$x = \frac{8}{3}, \quad \text{cioè} \quad \alpha' = \frac{8}{5} \alpha.$$

5. — *Perdite nel ferro dell'indotto.* — Oltre la perdita per isteresi nella zona forata, e di cui abbiamo già tenuto conto, si ha una perdita analoga nella restante massa del ferro. Indichiamo con h lo spessore dell'anello, oltre la zona δ ; il volume del ferro è:

$$V_1 = \alpha_1 \pi l h (D + 2\delta + h), \quad (11)$$

essendo α_1 un coefficiente minore di 1, per tener conto dell'isolante fra le lamiere di ferro che formano il nucleo.

L'induzione nel ferro di questa porzione del nucleo è in generale diversa dalla B ; la indicheremo con B_1 e dovrà essere legata alla B dalla seguente relazione.

Il flusso che esce da una faccia polare e traversa l'interferro con induzione B , ha per valore:

$$B l a.$$

Il flusso che passa nella sezione dell'anello, all'infuori della zona forata, cioè nello spessore h , è

$$B_1 \alpha_1 l h,$$

e questo deve essere eguale alla metà del precedente. Dunque:

$$2 B_1 \alpha_1 l h = B l a,$$

e quindi:

$$B_1 = \frac{B a}{2 \alpha_1 h}. \quad (12)$$

Ovvero, fissati i valori dell'induzione, se ne ricava lo spessore h , cioè:

$$h = \frac{B a}{2 B_1 \alpha_1}. \quad (13)$$

Naturalmente, se con B si intende l'induzione massima nell'interferro, con B_1 s'intende l'induzione massima nel ferro; perciò la perdita per isteresi, che si potrà esprimere come una frazione γ_1 della potenza della macchina, sarà data da

$$\gamma_1 W = 10^{-7} \alpha_1 \pi l h (D + 2\delta + h) \gamma n B_1^{1.6}. \quad (14)$$

6. — La somma delle perdite nel rame e nel ferro è

$$\gamma + \gamma_1 = \frac{200 q}{k B v} \left(1 + \frac{2\lambda + d}{2l} \right) + \frac{10^{-7} \alpha_1 \pi h \gamma n B_1^{1.6}}{W} (Dl + 2l\delta + hl). \quad (15)$$

Se al posto del prodotto Dl si sostituisce il suo valore dato dalla (7) e si pone, per brevità,

$$\frac{100 q}{k B v} (2\lambda + d) = M,$$

$$10^{-7} \alpha_1 \pi h \gamma n B_1^{1.6} = P,$$

$$\frac{10^8 \alpha' W}{\pi k q B v \cos \phi} = A,$$

si ottiene:

$$\gamma + \gamma_1 = \frac{200}{k B v} q + \frac{M}{l} + \frac{A P}{W \delta} + \frac{P}{W} (2\delta + h) l. \quad (16)$$

A questo punto giova riflettere anzitutto che non avrebbe alcun valore pratico la ricerca di quella coppia di valori di l e δ che rende minima la somma delle perdite (vedasi la Nota 1^a).

Convien dunque abbandonare tale procedimento e attenersi invece alla regola di stabilire *a priori* il valore di δ , ovvero quello del diametro, e cercare quindi la condizione che rende minima la somma.

Nel primo caso, cioè se si suppone di fissare la profondità dei fori, si trova facilmente la condizione del minimo, che è

$$l^2 = \frac{M W}{P (2\delta + h)}. \quad (17)$$

Calcolata la lunghezza, si ottiene il diametro per mezzo della relazione (7).

Qui si scorge subito che una volta calcolato il coefficiente $\frac{M W}{P}$ della (17), riesce facile, assegnando opportuni valori a δ , nei limiti suggeriti dalla pratica, ottenere una coppia di valori l e D che rispondano al tipo prescelto. Ma questo metodo è difettoso, perchè in esso si considera come variabile il termine ultimo della (16), che ha sempre molto minore influenza del terzo termine.

Più razionale è il supporre che sia fissato il diametro, o almeno che si possa assegnargli un valore approssimato; ciò che d'ordinario si fa desumendolo dal numero di giri. Allora si pone nella (16) in luogo di δ l'espressione che si ricava dalla (7), cioè:

$$\delta = \frac{A}{l D}, \quad (18)$$

e si ottiene:

$$r + r_1 = \frac{200}{k B v} q + \frac{M}{l} + \frac{P}{W} \left(D l + \frac{2 A}{D} + h l \right), \quad (19)$$

e la condizione del minimo ci dà immediatamente:

$$l^2 = \frac{M W}{P (D + h)}. \quad (20)$$

Conosciuta la lunghezza, dalla (18) si calcola δ .

Può esser utile di scrivere la stessa relazione (20) mettendo in evidenza tutti gli elementi che compongono i vari coefficienti, esprimendo anche il diametro in funzione del numero di giri, cioè ponendo:

$$D = \frac{60 r}{\pi m}.$$

Si trova:

$$l = \frac{10^4}{B v} \sqrt{\frac{m q W (2 \lambda + d)}{3 k n \eta a B_1^{0.3} \left(1 + \frac{\pi m h}{60 r} \right)}}. \quad (21)$$

Da questa formola si scorge come la lunghezza dell'indotto dipende dai vari dati del problema e da quei coefficienti che noi assegniamo ad arbitrio. Cioè la lunghezza del filo utile è:

1° proporzionale alla radice quadrata della potenza, del numero di giri e della densità di corrente;

2° inversamente proporzionale alla velocità periferica ed all'induzione nell'interferro;

3° inversamente proporzionale alla radice quadrata della frequenza.

L'induzione nel nucleo influisce poco, perchè entra nel denominatore alla potenza 0,3, la quale potenza varia lentamente al variare di B_1 .

Si può anche calcolare direttamente la δ ; ciò si ottiene sostituendo

nella (20) il valore di l ricavato dalla (18) ed esprimendo ancora il diametro in funzione del numero di giri. Si ha :

$$\delta = \frac{10^8 \alpha'}{q v \cos \phi} \sqrt{\frac{m n \eta a B_1^{0.6} W}{12 k q (2 \lambda + d)} \left(1 + \frac{\pi m h}{60 v} \right)}. \quad (22)$$

Da questa formola si vede che la profondità delle scanalature o dei fori in senso radiale non dipende dalla induzione nell'interferro, ed è:

1° proporzionale alla radice quadrata della potenza, del numero di giri e della frequenza ;

2° inversamente proporzionale alla velocità periferica ed alla potenza $\frac{3}{2}$ della densità di corrente.

Anche qui l'induzione nel nucleo ha poca influenza, perchè entra soltanto colla potenza 0,3.

Un esame accurato delle formole ora trovate mostra che l'ultima soluzione è quella che dà una macchina più leggera. L'altra, dove si fissa *a priori* la profondità delle scanalature, conduce ad una forma più allungata, con diametro relativamente piccolo. La somma delle perdite riesce effettivamente minore, ma il peso della macchina è maggiore. Il primo vantaggio è così scarso, che val meglio attenersi all'ultima soluzione, assegnando al diametro un valore abbastanza grande. Le perdite sono sempre piccole e si alleggerisce la macchina.

Si presenta però naturale la domanda se non vi sia il mezzo di stabilire una regola per assegnare al diametro un valore più vantaggioso di qualunque altro. Ma evidentemente si ritornerebbe alla soluzione già discussa in principio e nella Nota 1^a. Tale soluzione non è pratica. D'altronde lo scostarsi dalle condizioni del minimo assoluto di perdita non porta per conseguenza di dover accrescere di molto le perdite stesse. Perciò non è da credersi che cambiando affatto il tipo della macchina il calcolo lasci prevedere un sensibile miglioramento.

7. — *Alternatore monofase.* — Se l'alternatore è monofase, la formola (6) si deve scrivere diversamente, cioè :

$$N \alpha' \sigma = \pi D \delta,$$

e quindi:

$$\alpha' \sigma E = 10^{-8} \pi \delta k B v D l.$$

Ma siccome in questo caso $W = E i \cos \phi = E \sigma q \cos \phi$, con questa sostituzione e colle abbreviazioni già adottate si ritrova la formola di prima, eguale alla (7),

$$D l \delta = A.$$

La sola modificazione da introdurre sta nel valore che conviene assegnare al coefficiente α' , che tien conto dello spazio occupato dall'isolante e dal ferro tra un foro e l'altro. Se si adotta la regola di occupare almeno la metà della periferia coi fori o canali destinati a ricevere i fili, si viene ad ottenere una disposizione di fili non sempre opportuna per un alternatore monofase. Il coefficiente di forma, k , varia e propriamente diminuisce coll'estendersi dei fasci di fili nel senso della periferia.

Dunque, col diminuire di α' avremo le seguenti variazioni: k diminuisce ed M cresce; ciò che contribuisce a far aumentare un po' le perdite, perchè nella espressione (19) la diminuzione del 3° termine non compensa l'aumento dei primi due, che sono sempre i più importanti.

Converrà perciò, nel caso di alternatori monofasi, scegliere un rapporto α' che corrisponda ad una maggiore concentrazione dei fili.

8. — *Alternatore con indotto interno.* — Fin qui abbiamo supposto che l'anello indotto fosse esterno. Se esso è interno bisogna cambiare soltanto la espressione del volume e invece della (11) porre:

$$V_1 = \alpha_1 \pi h l (D - 2\delta - h). \quad (23)$$

Basta quindi prendere h col segno negativo nella formola finale (20), che diventa:

$$l^2 = \frac{M W}{P (D - h)}. \quad (24)$$

Siccome in generale lo spessore h dell'anello è piccolo rispetto al diametro, specialmente nei grandi alternatori, si vede che il risultato viene ad essere poco diverso.

9. — *Alternatori a poli eguali.* — Nel caso dei poli eguali s'intende per lunghezza del passo d l'intervallo da centro a centro di due poli consecutivi. Allora conviene indicare con p il numero totale dei poli e le formole si possono mantenere tali e quali.

La stessa osservazione vale per gli alternatori a riluttanza variabile, a indotto e induttore fisso, e dove i due poli sono fissi l'uno all'esterno, l'altro all'interno dell'indotto. La massa di ferro rotante ha un numero p di sporgenze e il passo d comprende tutta una sporgenza ed un intervallo vuoto.

La differenza sta nel modo di chiudersi del flusso attraverso al nucleo. Se vi sono, per esempio, due indotti, come in certi tipi della A. E. G., bisogna modificare nelle formole precedenti la espressione

del volume del ferro. Se si chiama b (vedi fig. 2) la distanza delle due parti dell'indotto ed h lo spessore del ferro, si avrà il volume:

$$V_1 = \alpha_1 \pi h (l + b) (D + 2\delta + h),$$

dove con l si intende la somma delle due lunghezze utili.

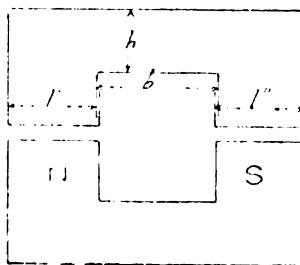


Fig. 2.

Diverso è il caso dei tipi Mordey o Ferranti con indotto a disco. Nella maggior parte dei casi però si comprende che, se c'è ferro nell'indotto, si potrà sempre esprimere il volume del ferro in funzione del diametro, dello spessore dell'avvolgimento e della lunghezza dei fili utili; e il metodo di calcolo si applicherà egualmente come ai tipi che abbiamo studiato più in particolare.

10. — *Indotti a disco.* — Non è invece il caso di pensare ad un procedimento di questo genere quando si tratti di indotti a disco senza ferro. A meno che si volesse basare il calcolo sulla considerazione delle correnti parassite, che con questa disposizione possono rappresentare una perdita non trascurabile, se i conduttori non sono molto suddivisi, ma che si riduce relativamente piccola, se si dà una forma opportuna ai conduttori (V. la Nota 2^a). Allora però si può notare un'altra particolarità.

Supponiamo che i poli siano tutti dello stesso nome da un lato e che l'alternatore sia monofase, con un numero di rocchetti indotti doppio del numero p di poli. Ogni rocchetto contiene $\frac{N}{4p}$ spire; perciò la lunghezza del filo sarà:

$$Nl + \frac{\pi N}{4p} (2D + D).$$

La relazione generale $\gamma E = p L q$, ci dà:

$$\gamma = \frac{200}{k B v} q \left(1 + \frac{\pi}{4p} + \frac{\pi D}{2p l} \right).$$

e tenendo conto della relazione $\pi D = p d$ si ottiene:

$$r = \frac{200}{k B v} q \left(1 + \frac{d}{4D} + \frac{d}{2l} \right), \quad (25)$$

e questa formola mentre dimostra la convenienza di tener grande il diametro e la porzione l occupata dal filo utile, facendo le spire strette, o meglio il passo breve, serve anche ad assegnare dimensioni opportune per rendere la perdita inferiore a un dato limite.

GRANDEZZE DEI VARI ELEMENTI CHE ENTRANO NELLE FORMOLE.

11. — *Induzione B e diametro D.* — Nella scelta del valore dell'induzione bisogna regolarsi secondo la frequenza, adottando induzione tanto più bassa quanto maggiore è la frequenza. Ciò specialmente per il ferro del nucleo indotto, allo scopo di non accrescere troppo le perdite per isteresi. A questo riguardo però giova riflettere che fra l'induzione B nell'interferro, quella B_1 nel ferro, e il diametro D dell'indotto, sussiste una relazione, della quale conviene tener conto e che può servire di guida nello stabilire i primi valori.

Se si pone nella (19) il valore di l dalla (20), la somma delle perdite si può scrivere:

$$\frac{200}{k B v} q + 2 \sqrt{P M} \frac{D + h}{W} + 2 \frac{A P}{W D},$$

e qui conviene sostituire i valori di P, M e A, per vedere da quali elementi dipende il valore assoluto delle perdite. Si ottiene:

$$\frac{200}{k B v} q + \left(\frac{2 \pi 10^5 \eta n a q B_1^{0.6}}{k v W} (2\lambda + d) (D + h) \right)^{\frac{1}{2}} + 10 \frac{\alpha' \eta n a B_1^{0.6}}{k q v D \cos \phi}. \quad (26)$$

Fissate tutte le quantità all'infuori di B_1 e D e per conseguenza restando indeterminato anche h , si comprende che l'ultimo termine sarà tanto minore quanto maggiore è il diametro e più piccola l'induzione B_1 . Però quest'ultimo termine non ha un valore molto grande e conviene esaminare qual'è l'induzione da scegliere per rendere piccolo il secondo termine, ossia la sua parte variabile:

$$B_1^{0.6} (D + h), \quad (27)$$

Ricordando la (13), che dà lo spessore h del nucleo, l'espressione precedente si può scrivere:

$$B_1^{0.6} \left(D + \frac{B a}{2 B_1 \alpha_1} \right),$$

e questa diventa minima per

$$B_1 = B \frac{a}{3 D \alpha_1}.$$

Ma praticamente non si può adottare una induzione così bassa, perchè ciò porta per conseguenza di dare al nucleo uno spessore enorme. Invece si approfitterà della formola (27) per fissare il diametro in modo che il secondo termine della (26) non superi un certo limite.

Si comincia dal calcolare il termine:

$$C = \frac{2 \pi 10^{-5} \eta n a q}{k v} (2 \lambda + l),$$

e quindi si sceglie un valore di B_1 , dal quale si calcola

$$h = \frac{B a}{2 \alpha_1 B_1},$$

e poi si vede qual valore bisogna dare a D , affinchè l'espressione:

$$\sqrt[3]{C B_1^{0.6} \frac{D + h}{W}}$$

abbia un piccolo valore, per esempio, compreso fra 0,01 e 0,02. Si potrà facilmente, con pochi tentativi, trovare quei valori di B_1 e D che soddisfanno alla condizione di ridurre questa parte delle perdite inferiore a un certo limite, e lo spessore del nucleo tale da non accrescere di troppo il peso della macchina.

Velocità v . — Non si fa meno di m. 20 al secondo, e può raggiungere anche 40 m. Perciò, esprimendo tutte le lunghezze in centimetri, si deve prendere r compreso fra 2000 e 4000. L'avvicinarsi piuttosto all'uno che all'altro limite dipende dai particolari di costruzione dell'organo mobile; che se esso è costruito in modo da poter resistere a grandi velocità, converrà naturalmente avvicinarsi al limite superiore.

Densità della corrente. — Credo che sarebbe buona regola adottare una densità di corrente nei conduttori dell'indotto, quando questo è fisso, intorno a 200 ampère per cm^2 , ossia $q = 200$. Però bisogna dire che i costruttori non seguono certamente una regola dettata da

criteri ben definiti. Così troviamo, ad esempio, nel Kapp, *Elektromechanische Constructionen*, descritti parecchi alternatori, tutti con indotto fisso e coi fili alloggiati in scanalature dello stesso tipo, e dove la densità di corrente varia da 150 a 333. In generale, con 200 ampère per cm^2 non si ha a temere soverchio riscaldamento, anche se i fili sono chiusi entro i fori del nucleo. Quando invece l'indotto si muove, e i fili sono più esposti al raffreddamento, si può salire fino a 400 ampère per cm^2 .

Ampiezza polare. — Questa dipende dal passo d , e quindi dalla velocità e dalla frequenza; e si fa d'ordinario non minore di $1\frac{1}{4}$ e non maggiore di $1\frac{1}{3}$ del passo.

Prolungamento dei fili λ . — È una lunghezza che deve farsi tanto maggiore quanto più elevata è la tensione a cui deve funzionare l'alternatore; poichè se la tensione è molto elevata, bisogna provvedere a un buon isolamento e tener lontani fra di loro i fili che appartengono a fasi diverse; prolungando i tratti sporgenti dei fili, riesce più facile disporli in modo che vi sia sufficiente intervallo fra i fili appartenenti a fasi diverse. Questa lunghezza λ si riduce però sempre a pochi centimetri, ed una piccola differenza in questo valore non ha molta influenza sul risultato del calcolo, perchè questa quantità entra soltanto nel termine $2\lambda + d$, dove il passo d è sempre notevolmente maggiore di λ .

Coefficiente d'isteresi. — Non si deve prendere il coefficiente che d'ordinario si determina riferendosi alla magnetizzazione alternata del ferro, sempre però parallela a sè stessa. Nell'alternatore il flusso, che traversa una data sezione del nucleo indotto, varia continuamente, non solo di intensità, ma anche di direzione, e l'effetto di tale magnetizzazione rotante è, per quanto risulta da esperimenti, ed anche dal ragionamento, assai superiore a quello della magnetizzazione alternata; raggiunge all'incirca un valore doppio. Perciò, se il coefficiente ordinario per le lamine di ferro di ottima qualità è compreso fra 0,002 e 0,003, bisogna prendere γ fra 0,004 e 0,006.

Coefficiente di forma k . — Questo coefficiente non si deve confondere con quello che entra nelle formole di G. Kapp, quantunque abbia la stessa origine. Il nostro k non è altro che il rapporto fra il valore efficace e il valore massimo della f. e. m., e si desume dal coefficiente

di Kapp, moltiplicandolo pel rapporto tra l'ampiezza polare a e il passo d . Nel caso che la f. e. m. segua la legge sinusoidale, si ha:

$$k = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707;$$

colle disposizioni ordinarie dei fili indotti negli alternatori, k oscilla fra 0,60 e 0,80.

NOTA 1^a.

(V. § 6 dopo la formola 16).

La condizione alla quale bisognerebbe soddisfare è che si annullassero le derivate parziali rispetto a $\hat{\delta}$ e l , ossia si dovrebbe avere:

$$2l - \frac{A}{\hat{\delta}^2} = 0 \quad , \quad -\frac{P}{W} (2\hat{\delta} + h) - \frac{M}{l^2} = 0.$$

Colla $A = D l \hat{\delta}$ si hanno tre equazioni, che risolvono algebricamente il problema.

Una delle equazioni, a cui si può ridurre la soluzione, è

$$D^2 - 4 \frac{A^2 P}{M W} (1 + h) = 0,$$

che si risolve facilmente per tentativi. Si ha inoltre:

$$2\hat{\delta} = 1.$$

Questa condizione corrisponde anche all'altra di rendere minimo il volume V_1 per una data lunghezza. Ma evidentemente questo procedimento non è legittimo, poichè si viene a distruggere precisamente la condizione posta fin da principio che $\hat{\delta}$ sia una piccola frazione del diametro. Quando ciò non sia, la relazione (7) non sussiste più neppure per approssimazione. La soluzione, esatta algebricamente, è, nel caso presente, sbagliata.

NOTA 2^a.

**Sul rapporto tra la perdita dovuta
alle correnti parassite
e le altre perdite nel ferro e nel rame.**

Correnti parassite ed isteresi. — Come feci notare in altra occasione (Vedi la Nota *Sul calcolo delle dimensioni dell'indotto nelle dinamo* — « Rendiconti della R. Accademia delle Scienze di Napoli », marzo 1900), le perdite per correnti parassite nel ferro stanno a quelle per isteresi nel rapporto:

$$10^{-4} \frac{1,65}{\eta} B^{0,4} n \Delta^2,$$

dove con Δ si indica lo spessore delle lamiere in centimetri. La formola è stabilita pel caso che la magnetizzazione sia alternativa, e sempre nella stessa direzione. Se la magnetizzazione è rotante, variano press'a poco nella stessa proporzione il coefficiente η e il coefficiente 1,65, e il detto rapporto deve mantenersi quasi costante.

Nel caso degli alternatori, se si ponè:

$$\begin{aligned} n &= 50 \\ B &= 6000 \\ \eta &= 0,003, \end{aligned}$$

si ottiene per

$$\begin{array}{ll} \Delta = 0,05 & \text{il rapporto } 0,22 \\ 0,04 & \text{» } 0,14. \end{array}$$

In generale si può ritenere che le correnti parassite nel ferro, con lamine da non più di $\frac{1}{2}$ millimetro, sono, se non trascurabili, assai inferiori a quelle dovute all'isteresi.

Correnti parassite ed effetto Joule nel rame. — Quando il rame non è annegato nel ferro le correnti parassite assumono molta importanza. Ciò accade specialmente negli indotti a disco.

Supponiamo il conduttore di sezione rettangolare, e sia Δ la sua dimensione trasversale in direzione normale a quella del campo magnetico. Allora per ogni cm^3 di rame si ha una perdita, in watt,

$$\frac{10^{-8}}{122} B^2 n^2 \Delta^2,$$

tenuto conto che il rame, per il riscaldamento, abbia una resistività $2 \cdot 10^{-6}$.

Il filo abbia una lunghezza complessiva L ed una sezione σ ; la perdita totale, che sarà una frazione γ_2 della potenza W , si esprimerà con

$$\gamma_2 W = \frac{10^8}{422} B^2 n^2 \Delta^2 L \sigma.$$

La resistenza totale del filo è $\frac{2.10^6 L}{\sigma}$, e la corrente $i = q\sigma$; la perdita per effetto Joule:

$$\gamma_1 W = 2.10^6 L q^2 \sigma.$$

Il rapporto fra la prima e la seconda è

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{B^2 n^2 \Delta^2}{24400 q^2} = \left(\frac{B n \Delta}{155 q} \right)^2.$$

Cogli ordinari valori di B , n , q , questo rapporto è sempre molto grande, anche se Δ è di pochi millimetri. Per esempio, con

$$\begin{aligned} n &= 50 \\ B &= 6000 \\ q &= 200 \end{aligned}$$

si ha:

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = 93,7 \Delta^2.$$

Per rendere le due perdite eguali bisognerebbe che Δ fosse circa 1 millimetro.

La somma delle perdite si ottiene dalle precedenti espressioni, ponendo:

$$\begin{aligned} W &= E i \cos \phi \\ E &= 10^8 k B v l N, \end{aligned}$$

ed osservando che per ogni tratto l di filo utile vi sarà un tratto l' di connessione, cosicchè la lunghezza totale sarà:

$$L = (l + l') N.$$

Si ottiene facilmente:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \frac{200}{k v \cos \phi} \left(1 + \frac{l'}{l} \right) \left\{ \frac{q}{B} + \left(\frac{n \Delta}{155} \right)^2 \frac{B}{q} \right\}.$$

Questa formola può servire di norma sia per calcolare direttamente le perdite, sia per stabilire i valori più convenienti dei diversi elementi.

Notevole è l'influenza del rapporto $\frac{B}{q}$. Se, data la frequenza, si volesse fare l'avvolgimento con un conduttore di un dato spessore Δ , la condizione più vantaggiosa si avrebbe quando:

$$\frac{B}{q} = \frac{155}{n \Delta}.$$

Questa regola significa che quando si vuol impiegare un conduttore di spessore più grande, non volendo diminuire l'induzione, bisogna aumentare la densità della corrente. Con ciò si accresce la perdita per effetto Joule, ma diminuisce il volume del rame e si guadagna maggiormente nelle correnti parassite.

Sia, per esempio, $n = 50$, e $\Delta = 0,1$; si ottiene:

$$\frac{B}{q} = 31.$$

Bisognerebbe, in tal caso, tenere q un po' basso, non superiore a 200, per non superare l'induzione 6200.

Se è soddisfatta la detta condizione, le perdite sono, per $\cos \phi = 1$,

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \frac{400}{k v} \left(1 + \frac{l'}{l} \right) \frac{q}{B},$$

ovvero:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = 2,58 \left(1 + \frac{l'}{l} \right) \frac{n \Delta}{k v}.$$

Sia, per esempio,

$$\frac{l'}{l} = 0,5, \quad n = 50, \quad \Delta = 0,1,$$

$$k = 0,7, \quad v = 2000.$$

Risulta:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = 0,0138.$$

Il rapporto $\frac{B}{q}$ sarebbe in questo caso = 31.

La formola precedente ci dice che queste perdite variano in proporzione diretta della grossezza del conduttore (in direzione normale al campo) e inversa della velocità.

Si noti che se non è soddisfatta la detta condizione, le perdite crescono, e tanto più quanto più basso si sceglie il rapporto fra l'induzione e la densità della corrente.

Così, nel caso ultimo supposto, se si facesse il rapporto fra B e q eguale a 10, invece di 31, le perdite da 0,0138 salirebbero a 0,0237. Se si adotta un rapporto maggiore l'aumento è meno sensibile.

N. 11.**NOTIZIE**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA**SEZIONE DI NAPOLI.****9 Febbraio 1901, ore 16. — Adunanza.**

ORDINE DEL GIORNO :

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Modifiche al Regolamento interno.*
3. *Elezione delle cariche sociali.*

Presidenza del Vice-Presidente cav. uff. Boubée.

Il Presidente comunica: Le dimissioni da Presidente del cav. uff. V. Krafft. La nomina a Socio dell'ing. N. Allocati. Le dimissioni del prof. O. Rebuffat. Le dimissioni da Segretario dell'ing. G. Oliva. Che al 4 maggio p. v. la Sezione avrà Sede nel locale del Collegio degli Ingegneri, Galleria Umberto I, 50.

L'Assemblea vota un voto di ringraziamento al Presidente Krafft per l'opera prestata in pro della Sezione, e su proposta dell'ing. Bonghi le seguenti modifiche al Regolamento interno: « Il Consiglio è rinnovabile per metà ogni anno. Il Presidente, il Vice-Presidente, il Segretario ed il Cassiere, rimangono in carica per » tre anni. Gli uscenti di carica sono rieleggibili ».

Proceduto alle operazioni pel rinnovamento del Consiglio, il Presidente proclama a Delegato della Sede Centrale in sostituzione del Bonghi sorteggiato, il professore comm. Gaetano Bruno. *Presidente*: prof. ing. cav. F. C. Paolo Boubée. *Vice-Presidente*: prof. ing. Luigi Lombardi. *Segretario*: prof. ing. cav. Francesco Amicarella. *Consiglieri*: ing. Umberto Cassitto, prof. Raffaele Folinea, ing. cav. Mario Bonghi, ing. Luigi De Biase.

6 Marzo 1901, ore 16. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO :

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Bilancio consuntivo 1900 e nomina dei Revisori.*
3. *Bilancio preventivo 1901.*
4. *Modificazioni all'art. 5 del Regolamento interno.*
5. *Programma per l'incremento della Sezione: Conferenze, Statistica.*
6. *Relazione della Commissione sulla Legge sopra i Telefoni.*

Il Presidente, aperta la seduta, comunica l'avvenuto contratto col Collegio degli Ingegneri per la coabitazione dal 4 maggio p. v. nella Galleria Umberto I, 50; comunica inoltre le ammissioni a Soci dei signori ing. Giacomo Forte e professore F. Paolo Sgobbo. Letto il Bilancio consuntivo 1900 nomina a Revisori i Soci ingegneri Speranza e De La Grennelais. Chiesta ed approvata l'inversione dell'ordine del giorno, il Vice-Presidente Lombardi svolge il programma del nuovo Consiglio, per ciò che riguarda conferenze di Elettrotecnica popolari gratuite da tenersi ogni due domeniche, e il Consigliere Bonghi l'utilità di provocare una statistica completa degli impianti elettrici delle Provincie Meridionali. Per l'attuazione di tale programma si modifica ad unanimità l'art. 5 del Regolamento interno, portando per questo anno solo la quota annuale a L. 30 per i Soci individuali residenti e a L. 48 per i collettivi. Si presenta quindi il Bilancio preventivo 1901 che viene approvato. Il Segretario legge la Relazione della Commissione della legge sui Telefoni che viene approvata e mandata agli *Atti*.

Relazione della Commissione per l'esame del progetto di Legge sui Telefoni.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione di Napoli, dopo aver esaminato il progetto di legge San Giuliano, che è innanzi al Parlamento, dal punto di vista di diffusione delle applicazioni elettriche, per i vantaggi industriali ed economici che tale sviluppo può arrecare, ha emesso il voto seguente:

Considerando che lo sviluppo della telefonia in Italia è ancora limitato rispetto a quello delle altre Nazioni, pel fatto che fino a pochi anni or sono, per la mancanza di una legge organica sulla materia, i capitali non erano incoraggiati ad applicarsi a questa industria;

Considerando che del progresso di tale industria, fattore principalissimo è la unicità delle concessioni, poichè in tale unicità trovasi l'incoraggiamento necessario all'impiego di nuovi capitali per lavori d'impianto e di miglioramento, come dimostra ciò che è avvenuto sia all'Estero che in Italia per opera della Società Generale dei Telefoni;

Considerando che finchè tale industria è nelle mani delle Società private, è interesse dello Stato di coadiuvare lo sviluppo sempre maggiore della medesima, in quanto che al termine delle concessioni, od al momento del riscatto tale sviluppo costituirà un beneficio sensibilissimo per lo Stato cui cadrà la proprietà.

FA VOTI:

1° Che sia accettato in massima il progetto di legge San Giuliano, quale è stato modificato dalla Commissione Parlamentare (come da Relazione presentata alla Presidenza della Camera il 18 gennaio 1900);

2° Che l'art. 5 del progetto sia modificato in modo che il rinnovo delle Concessioni avvenga col minor onere possibile da parte dei Concessionari, essendo eccessivamente gravose le condizioni in tale articolo proposte, onde permettere alle Società di dare alla telefonia il massimo sviluppo nell'interesse medesimo dello Stato al termine delle concessioni;

3° Che l'art. 10 sia modificato in modo da lasciare almeno 15 minuti, per ogni ora, liberi da abbonamenti, e ciò da stabilirsi nel Regolamento promesso dall'articolo stesso;

4° Che rimanga assodata la prescrizione dell'art. 14 in quanto che la unicità delle concessioni, indipendentemente dalle ragioni tecniche che stanno a dimostrarne l'opportunità, costituisce nella pratica, per l'indole stessa del servizio, una notevole convenienza economica pei cittadini e per lo Stato.

La Commissione:

Ing. FRANCESCO AMICARELLI

Ing. GIACOMO OLIVA.

SEZIONE DI PALERMO.

3 Marzo 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

*Elezione di un Delegato al Consiglio generale in sostituzione del
signor ingegnere G. Ottone, sorteggiato e non rieleggibile.*

Approvato il verbale della seduta precedente, si passa alla votazione di cui all'ordine del giorno. Riesce eletto il Socio prof. Cantone Michele della R. Università di Pavia.

N. 12.

CORRISPONDENZA

Il Socio ing. cav. uff. Vittorio Krafft, attuale Direttore generale della « Compagnia di Fives-Lille per costruzioni meccaniche », ci comunica la nota seguente con preghiera di pubblicazione negli « Atti dell'Associazione » :

Paris, le 21 mars 1901.

*Monsieur le Professeur GUIDO GRASSI,
Président de « l'Associazione Elettrotecnica Italiana » à Turin.*

Monsieur le Président,

Le fascicule n. 2 des Actes de l'Association contient une communication de monsieur l'ingénieur G. Ottone sur les systèmes de freins continus électro-pneumatiques. L'auteur faisant une critique sévère des freins Fives-Lille, j'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien faire publier dans un prochain fascicule la note ci-jointe, qui a pour but unique de rétablir les faits en ne laissant pas s'accréditer un jugement aussi peu justifié.

Je saisis avec empressement, monsieur le Président, cette occasion de vous répéter l'expression de mes sentiments d'estime et de parfaite considération.

Votre tout-dévoué serviteur

Le Directeur Général de la Compagnie de Fives-Lille

V. KRAFFT.

NOTE.

M. l'ingénieur Ottone, dans l'étude qu'il a publiée dans le fascicule N. 2 du IV volume des « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », s'est exprimé d'une façon très sévère sur le frein Fives-Lille.

Il est facile de réfuter cette opinion par les deux faits suivants :

1° Le 4 décembre 1899, la Commission Impériale Russe chargée des essais des freins pneumatiques automatiques, a rédigé un procès-verbal comparatif des systèmes suivants: Westinghouse, Lipkowsky, New-York, Schleiffer et Fives-Lille.

Les quatre premiers étaient munis d'accélérateurs; le dernier n'en avait pas.

Malgré ces conditions défavorables, le frein de Fives-Lille a été fort honorablement classé.

La valeur moyenne du temps écoulé depuis le moment où le mécanicien a tourné

le robinet de manoeuvre jusqu'à celui où la pression maxima a été obtenue dans le cylindre de frein du dernier wagon a été:

Pour le frein Schleiffer, classé le premier, 9,5 secondes;

Pour le frein Fives-Lille, classé le second, ex-aequo avec le frein New-York, 13,5 secondes;

Pour le frein Westinghouse, 15,25 secondes;

Pour le frein Lipkowski, 17,75 secondes.

2° Des essais faits pendant l'Exposition Universelle de 1900 à Paris ont démontré que le frein Fives-Lille muni d'un accélérateur permet d'effectuer un serrage à fond en moins de 4 secondes à la dernière voiture d'un train de 50 voitures.

Ces résultats se passent de commentaires.



Prof. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Giacinto Motta.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Angelo Bertini — Ing. Franco Brioschi — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Alessandro Scotti — Ing. Guido Semenza.

Genova, Via Davide Chiossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Reggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Manfredo Peretti.
Cassiere: Ing. Barnaba Lanino.
Consiglieri: Ing. A. Dalla Noce — Ing. Alfredo Donati — Ing. Cav. Cleto Gasperini — Ing. Pietro Lanino.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Dott. Riccardo Manzetti.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Dott. Quirino Majorana-Calatabiano.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Folinea.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze,

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giulio Martinez — Prof. Luigi Pasqualini.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

INDICE.

N. 13. — Deliberazioni prese dal Consiglio Generale dell'Associazione nella Seduta del 28 giugno 1901 .	Pag. 165
N. 14. — Perfezionamenti alle valvole per alta tensione. — Lettura dell'Ingegnere GUIDO SEMENZA, fatta alla Sezione di Milano nell'Assemblea del 18 aprile 1901 (con 3 figure).	» 168
CONFERENZE TENUTE ALLA SEZIONE DI ROMA.	
N. 15. — La propagazione delle azioni elettriche. — On. Prof. ANGELO BATTELLI (10 febbraio 1901)	» 182
N. 16. — I fenomeni e le applicazioni dell'Elettrochimica. — Ing. FERDINANDO LORI (24 febbraio 1901).	» 183
N. 17. — Le correnti alternate. — Prof. M. ASCOLI (9 marzo 1901)	» 184
N. 18. — I fenomeni magneto-elettrici. — Ing. Dott. QUIRICO MAJORANA (17 marzo 1901).	» 185
N. 19. — La conduttività elettrica dei gas. — Prof. ALFONSO SELLA (24 marzo 1901)	» 187
N. 20. — Misura dell'energia elettrica. — Ing. RICCARDO SALVADORI (11 aprile 1901).	» 190
N. 21. — Le ipotesi sulla natura dell'Elettricità (I fenomeni dell'Elettrostatica). — Dott. RICCARDO MANZETTI (5 maggio 1901) (con 4 figure)	» 191
N. 22. — Le dinamo dalle origini ad oggi. — Ing. GIOVANNI GIORGI (12 e 19 maggio 1901 (con 2 figure)	» 205
N. 23. — Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Verbalì delle Sedute tenute nelle varie Sezioni)	» 220

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO

TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO

1901.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.
Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI.
Prof. GIUSEPPE COLOMBO
Prof. STEFANO PAGLIANI
Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.
Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thovez.
Milano. — Ing. Carlo Esterle — Ing. Palamede Guzzi — Ing. A. Panzarasa
— Ing. G. B. Pirelli — Ing. Luigi Magrini.
Genova. — Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.
Bologna. — Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.
Roma. — Ing. Ferruccio Celeri — Ing. Italo Brunelli — Prof. Angelo Battelli.
Napoli. — Ing. Franc. Amicarelli — Prof. Ing. Gaetano Bruno.
Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Prof. Michele Cantone.
Firenze. — Ing. Carlo Montù — Prof. Guido Vimercati.

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)
On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

N. 13.

DELIBERAZIONI

***prese dal Consiglio Generale dell'Associazione
nella Seduta del 28 Giugno 1901.***

Erano presenti :

Il Presidente. . . . *Prof. GUIDO GRASSI*
Il Vice-Presidente . . *Prof. MOISÈ ASCOLI*
Il Segretario Generale *Ing. RAFFAELE PINNA.*

I seguenti Delegati :

Sezione di Torino : *Ing. L. GARRONE; Ing. ENRICO SEGRÉ*
» Milano : *Ing. A. PANZARASA*
» Genova : *Ing. G. DOSSMANN*
» Roma : *Ing. FERRUCCIO CELERI.*

Il PRESIDENTE partecipa che i delegati sigg. Ing. Carlo Montù (Firenze), Ing. G. B. Pirelli (Milano), Prof. Amicarelli e Prof. Bruno (Napoli), Prof. Battelli (Roma) hanno, per diversi motivi, scusata la loro assenza.

Il Consiglio nomina la Commissione che deve aggiudicare il Concorso Sacchi e Strazza, nelle persone dei Soci signori :

Prof. Guido Grassi, Prof. M. Ascoli, Ing. Bartolomeo Cabella, Ing. Ettore Morelli, Ing. A. Panzarasa.

A termini del programma emanato a suo tempo, la Commissione aggiudicatrice del premio di L. 1500, che non può essere frazionato, nè differito, dovrà presentare la propria Relazione entro il prossimo settembre, per modo che la Presidenza possa riferirne alla prima Assemblea generale a Roma.



Il Consiglio delibera che l'Assemblea generale del corrente anno avrà luogo nel prossimo ottobre e comincerà possibilmente in uno dei giorni compresi fra il 7 ed il 15, riservandosi la Presidenza di precisarne ulteriormente la data e il programma, previi accordi colla presidenza della Sezione di Roma.

Rimane intanto stabilito, come linea di base, che le sedute dell'Assemblea avranno luogo nei due primi giorni e che altre tre giornate saranno destinate a visite ad importanti impianti, fra i quali quelli di Tivoli, di Terni, di Foligno e Perugia (compatibilmente col tempo disponibile), e si ha pure fiducia di poter assistere ad importanti esperimenti di telegrafia senza fili col sistema « Marconi » fra la Maddalena ed il Monte Argentaro.

Si delibera pure di invitare la presidenza delle Sezioni di far conoscere alla Sede centrale, non più tardi del 15 settembre, i titoli ed il sommario delle letture che i Soci si propongono di fare in occasione dell'Assemblea generale, qualora non fosse possibile di mandarne il testo completo.

Essendosi da alcuni Soci sollevate contestazioni circa al compenso per le spese dei disegni e dei *clichés* annessi alle memorie da pubblicarsi negli Atti, il Consiglio delibera che d'ora in poi gli autori dovranno concorrere nella spesa dei disegni, tavole e *clichés*, quando questa superi le lire 30.

L'autore sarà però interpellato e invitato a dare l'assenso prima della pubblicazione affinchè questa possa aver luogo.

Il Consiglio delibera pure che la Sede Centrale non sarà tenuta a pubblicare memorie già stampate prima della consegna del manoscritto all'Associazione. Nella eventuale successiva pubblicazione su altre Riviste, dovrà essere indicata la provenienza dagli *Atti della Associazione Elettrotecnica Italiana*.

Saranno interessati i presidenti delle Sezioni a trasmettere senza indugio alla Segreteria generale le letture ed i manoscritti da inserirsi negli *Atti*.

Il Consiglio discute ed approva la seguente proposta dei signori Prof. Moisé Ascoli ed Ing. E. Segrè (dai medesimi presentata a nome

delle Sezioni di Roma e Torino) e delibera di sottoporla ai voti della prossima Assemblea generale.

« Quando un socio intende di passare da una Sezione ad un'altra »
» deve darne avviso al presidente della propria Sezione, il quale ne »
» darà immediata comunicazione alla Sede centrale. Questa, a sua »
» volta, ne renderà avvisato il presidente della Sezione a cui il socio »
» vuol trasferirsi. Il socio in parola, essendo così ammesso in detta »
» Sezione, ne diviene effettivo con diritto di voto. Per l'anno in corso »
» egli non è però tenuto ad alcun pagamento di quota alla sua nuova »
» Sezione, rimanendo l'obbligo di corrisponderla a quella in cui era »
» iscritto col 1° gennaio ».

Il Segretario Generale

R. PINNA.

Visto:

Il Presidente

G. GRASSI.

N. 14.**PERFEZIONAMENTI ALLE VALVOLE
PER ALTA TENSIONE**

LETTURA*dell'Ing. GUIDO SEMENZA**fatta alla Sezione di Milano nell'Assemblea del 18 aprile 1901*

(Con 3 figure).

Osservava, se non erro, un Americano, che le valvole di sicurezza negli impianti elettrici, specie in quelli ad alta tensione, sono generalmente considerate come un male necessario anzichè come un organo, che appunto perchè destinato ad una funzione protettiva, dovrebbe meritarsi la più grande fiducia.

E chiunque abbia un po' di esperienza degli impianti ad alta tensione, potrà senz'altro convenire che questa osservazione non è affatto lontana dalla verità. Le valvole destinate a proteggere gli apparecchi e le macchine contro gli effetti dannosi dei corti circuiti, spesso permettono che tutto il processo del disastro si svolga senza che intervengano; spesso invece fondono ed interrompono i circuiti senza che alcun motivo sembri giustificarlo; infine sono frequenti i casi in cui la loro fusione dà luogo a danni e disastri ben più gravi di quelli che esse dovrebbero prevenire.

E presso alcuni elettricisti la sfiducia è arrivata a tal grado, da non ritenerle più neanche necessarie e da farle eliminare completamente dagli impianti.

Quantunque io abbia avuto sovente occasione di constatare il cattivo comportamento delle valvole, non sono però pessimista a tal punto, e credo che meglio studiata, meglio curata, la valvola per alta tensione

possa ancora pretendere fra gli apparecchi elettrici ad un rango più elevato di quello in cui si trova oggi.

*

La valvola di sicurezza termica data nell'industria dal tempo in cui Edison compose il suo sistema di distribuzione di luce così mirabilmente pratico e completo. Dopo aver pensato al macchinario delle officine, al sistema delle tubazioni sotterranee e alle lampade, ha provveduto gli impianti del piccolo apparecchio di protezione che anche oggidi è universalmente usato sotto il nome di valvola a turacciolo.

E la valvola termica fu d'allora in poi impiegata sotto le forme più svariate in ogni genere di impianto.

Il principio ne è molto semplice. Si tratta di inserire nel circuito da proteggere un tratto di conduttore, il cui punto di fusione sia più basso di quello di tutto il resto del circuito stesso. In questo conduttore una certa quantità di energia elettrica si trasforma in energia termica. Di questa quantità, una parte si disperde nell'aria e nei corpi circostanti, e una parte resta nel conduttore e ne innalza la temperatura. Il filo fusibile viene proporzionato in modo che per la corrente normale che deve attraversarlo, si porta ad una temperatura (ben inferiore a quella di fusione), per cui la quantità di calore dispersa sia eguale a quella generata; quando la corrente aumenti d'intensità oltre ad un certo limite voluto, la quantità d'energia termica prodotta supera quella dispersa, e la temperatura del conduttore sale fino a causarne la fusione.

La teoria è semplicissima e l'apparecchio pure; ed è forse questa eccessiva semplicità che ha contribuito a rendere le valvole un organo di cui ci si può raramente fidare.

Ho qui un certo numero di valvole. Su una leggo 10 ampère. Su un'altra 15 ampère. Una terza porta l'indicazione di 100 ampère. Questo filo non porta alcuna indicazione, ma lo vendono per filo da 10 ampère.

Che cosa significano questi numeri? Indicano essi forse i valori della corrente di regime, cioè quelli ai quali la valvola deve conservarsi a temperatura costante? o sono invece i valori pei quali la valvola fonde? Ed in questo caso dopo quanti secondi avviene la fusione?

Perchè naturalmente il tempo impiegato per fondere è una funzione dell'intensità di corrente.

Nel diagramma fig. 1 sono riportate delle curve che legano il tempo impiegato a fondere alla intensità in ampère per certe determinate valvole. Da esse appare che una valvola, il cui regime può essere intorno ai 20 ampère, fonde istantaneamente al di sopra di 50 ampère;

a 40 ampère impiega 14'', e a 32 ampère fonde ancora, impiegando 110''.

Ora, questi numeri stampati sulle valvole non esprimono sempre la stessa cosa. Nella maggior parte dei casi rappresentano il valore della corrente di regime, ma qualche volta pretenderebbero di indicare una qualche corrente di fusione.

Quanto alla precisione di taratura di queste valvole, e cioè alla corrispondenza del loro comportamento coi numeri stampativi sopra, andiamo assai male, specialmente se si tratta di valvole per correnti un po' intense.

E si capisce anche come ciò possa essere. Le valvole sono come i cerini; non si possono collaudare individualmente; bisogna limitarsi a provarne una certa percentuale su ogni fabbricazione.

In generale poi, una volta stabilito un tipo, le successive fabbricazioni vi si attengono e il costruttore suppone che le nuove valvole somiglino alle vecchie. V'è invece una causa di errore molto grave e che in generale sfugge, e cioè la variabilità della lega di cui si compone il filo. Basta che l'operaio, nel fare la colata, non rimescoli bene il liquido per ottenere dal principio alla fine dell'operazione una lega il cui punto di fusione è affatto diverso.

Ma c'è ancora un altro fatto che renderebbe inutile anche tutta la buona volontà dei costruttori, e cioè l'influenza del porta-valvole.

Il disperdimento del calore generato nelle valvole avviene in parte per irradiazione e convezione nell'aria, ma in parte rilevante per trasmissione diretta alle parti metalliche del porta-valvole, le quali, avendo una superficie assai estesa, irradiano e disperdono facilmente. Ora, a seconda delle proporzioni di queste parti metalliche, l'irradiazione sarà più o meno intensa.

Ma non è tutto: c'è anche da considerare il contatto del filo fusibile col porta-valvole. Spesso la lastrina è interamente di piombo o di una lega metallica; in tal caso il contatto fra essa ed il porta-valvole sarà sempre cattivo per la deformabilità della lastrina stessa. In molti casi invece le estremità della lastrina sono di rame o di bronzo, ma la superficie di contatto assolutamente insufficiente. In tutti questi casi il contatto cattivo od insufficiente è una sorgente di calore non prevista dal fabbricante della valvola.

Si capisce dunque come la costruzione del porta-valvole possa influire sulla costante della valvola stessa.

Ecco, per esempio, due forme di porta-valvole: l'una in cui appare la preoccupazione d'impiegare il minor peso di metallo possibile, l'altro invece fatto assai generosamente. Supponiamo che i possessori di questi

due porta-valvole comprino da uno stesso rivenditore due valvole uguali. Il primo, che ha il porta-valvole magro, trova che la valvola vendutagli per 10 ampère fonde a 8; l'altro che invece non fonde che a 15; e se la prenderanno allora ambidue col venditore di valvole, il quale viene naturalmente alla conclusione che quei due signori hanno gli ampermetri fuori di taratura.

*

Tutti questi difetti delle valvole, di cui le cause possono essere espresse da una sola parola: « empirismo », sono suscettibili di correzioni, quando una maggior cura e appena un po' di rigore scientifico presiedano alla loro fabbricazione.

E già alcune grandi Case si sono messe su questa via, che speriamo verrà presto universalmente seguita.

In ogni modo, è necessario che la valvola ed il porta-valvole cessino di essere considerati indipendenti tra di loro, ma che per ciascun tipo di porta-valvole si usino certe determinate forme di valvola e nessun'altra.

In secondo luogo, devono le Società e gli utenti che vogliono usare razionalmente di questo sistema di protezione, eseguire delle verifiche frequenti e respingere senz'altro le forniture non rispondenti alle specificazioni.

Come si debbono individualizzare le valvole? Col numero di ampère che possono portare a regime o col numero di ampère a cui fondono dopo un certo numero di secondi?

Sarebbe, a mio parere, preferibile una indicazione completa.

Così una valvola che potesse portare a regime 10 ampère e fondere a 20 ampère dopo 40'', dovrebbe indicarsi 10-20-40''; oppure se intervenisse una convenzione o una deliberazione di qualche ente collettivo, semplicemente 10-20, quando fosse inteso che si considera sempre la fusione dopo un determinato numero di secondi.

E ciò mi sembra opportuno, perchè quando si vogliano applicare razionalmente le valvole, si possono presentare dei casi in cui è preferibile una valvola 10-15, e ve ne possono essere altri invece in cui è più adatta una 10-30, a seconda del circuito che si tratta di proteggere.

Nel caso che questo modo di vedere non sia accettato e quando si creda meglio usare un solo numero, non v'ha dubbio che sia preferibile l'indicazione del numero di ampère di regime.

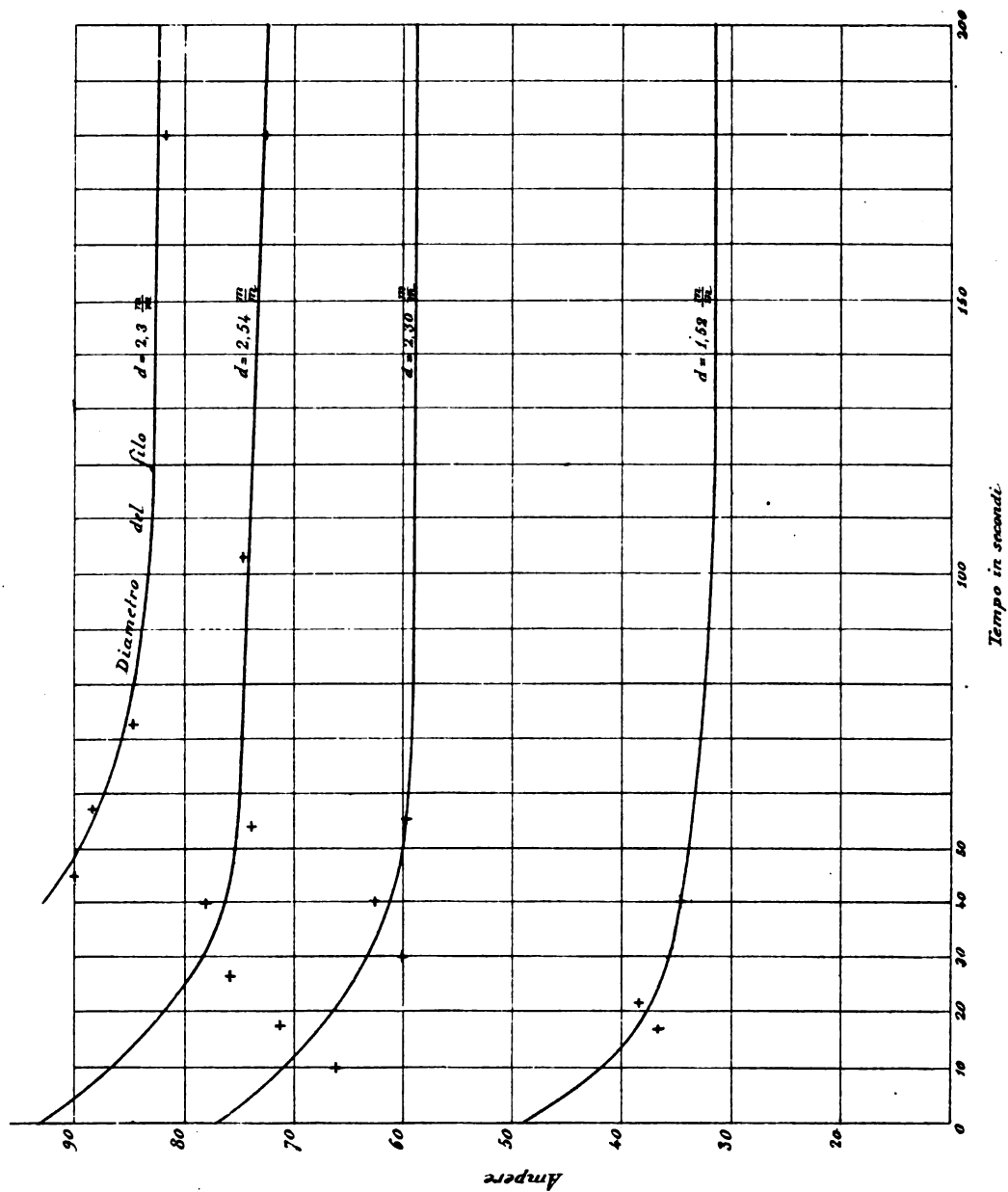


Fig. 1.

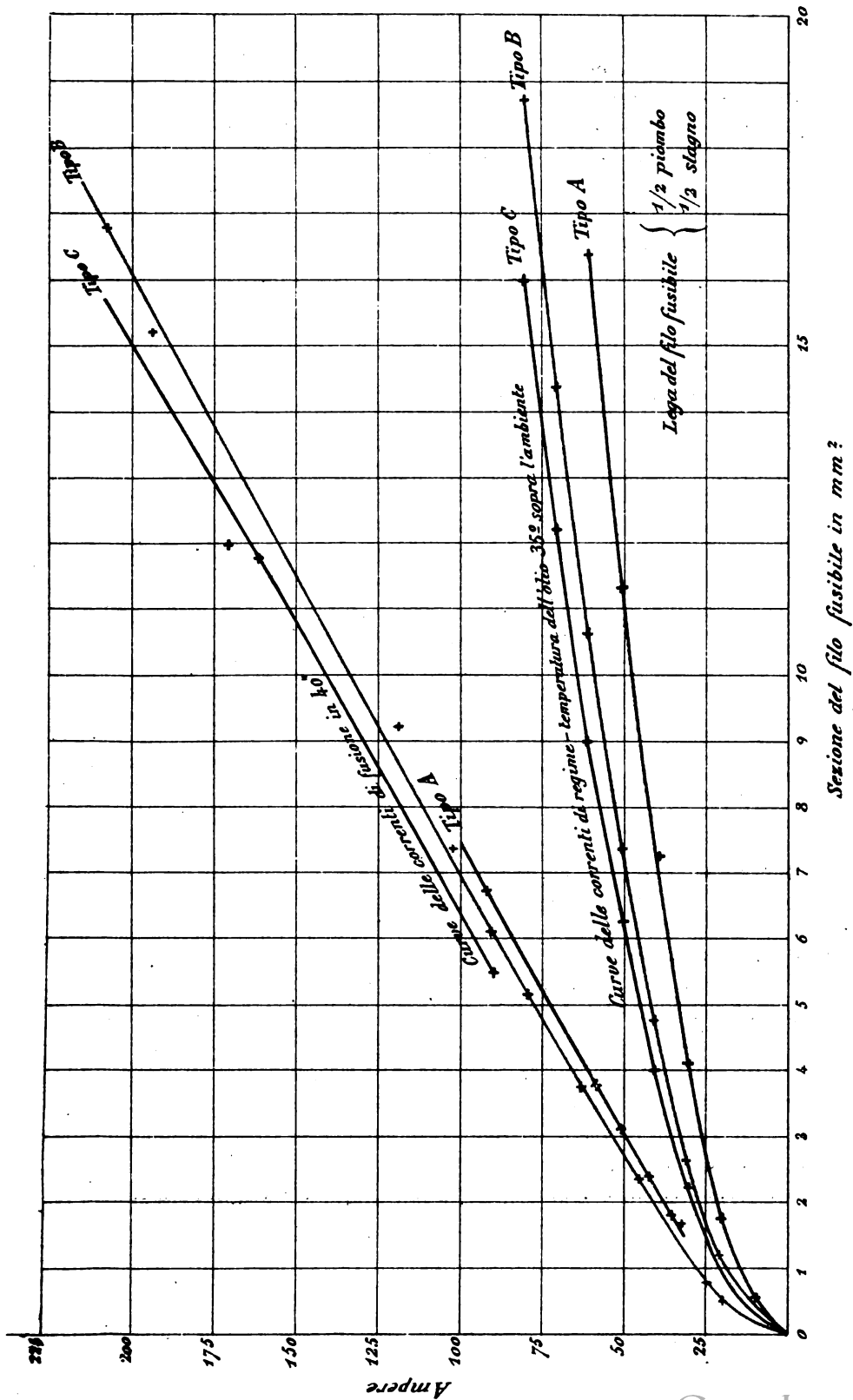


Fig. 2.

*

Le attuali valvole per alta tensione (da 1000 volt in su), oltre ad avere comuni con tutte quelle a bassa tensione i suaccennati difetti, ne hanno degli altri loro speciali. Colla graduale applicazione di tensioni sempre più alte, le forme primitive di valvole hanno dovuto cedere il posto ad altre forme meglio rispondenti alle nuove esigenze.

Se a 110 e 220 volt bastavano il tipo a turacciolo e le lastrine, a 500 l'arco che si formava per la fusione del filo, non si spegneva senza avere danneggiato il porta-valvole e i corpi metallici vicini.

Si dovette perciò ricorrere ad artifici per ottenere lo spegnimento dell'arco; e si usò con successo il principio della soffiatura magnetica. Ma per le correnti alternanti questo principio ingegnoso, e applicato su vasta scala negli apparecchi per trazione elettrica, non può più servire.

Si inventarono quindi altri tipi di valvole, nelle quali lo spegnimento dell'arco è ottenuto con mezzi diversi, e fra essi annovererò:

Tipo a tubo aperto. — Un filo fusibile è teso nell'interno di un tubo aperto alle estremità. Il calore dell'arco che si forma per la fusione del filo, produce una vera e propria esplosione che spegne l'arco.

Tipo a riempimento. — Il filo fusibile è teso nell'asse d'un tubo di vetro. Il tubo è riempito per $\frac{2}{3}$ di materiale suddiviso, come gesso o polvere di talco; la parte centrale è vuota. Il materiale suddiviso dovrebbe soffocare l'arco che si forma per la fusione del filo.

Tipo a camera ristretta. — Il filo è teso in una camera molto angusta, che comunica all'esterno per uno o più fori.

Tipo a parafulmine a corno. — Il filo fusibile è teso alla base di un vero parafulmine a corni, e l'arco che si forma è spinto in alto e spento per effetto elettrodinamico della corrente.

Di questi diversi tipi molte prove vennero eseguite nel Laboratorio della Società Edison.

Però prima di parlarne credo opportuno spendere qualche parola intorno all'attendibilità delle prove che si possono eseguire sulle valvole per alta tensione.

Supponiamo che non si disponga, per eseguire queste prove, che di un alternatore da 100 kw.; è probabile che si trovi che qualunque tipo di valvole è buono e fonde regolarmente. Prendete quegli stessi tipi di valvole e provatele su un circuito alimentato da un complesso di alternatori che sommino per potenza a qualche migliaia di chilowatt:

la prova non sarà più così soddisfacente. Per spiegarci questo diverso comportamento, esaminiamo che cosa avviene durante un corto circuito e conseguente fusione di valvole.

Il forte richiamo di corrente che va ad alimentare il corto circuito, dà luogo ad un abbassamento di tensione dovuto alla reazione interna delle macchine e alla resistenza delle condutture. All'istante quindi in cui la fusione della valvola taglia il circuito, la tensione fra i due estremi del filo fuso è bassa; ma subito dopo la tensione risale per portarsi al suo valore normale.

Il tempo necessario a ciò, quantunque brevissimo, è assai diverso, a seconda della potenza del macchinario che alimenta il circuito. Infatti, in un alternatore da 100 kw., per effetto di un corto circuito, la tensione cade assai bassa e la macchina rallenta la sua velocità; in un alternatore da 2000 kw. la caduta di tensione e la riduzione di velocità sono incomparabilmente minori. Quindi nel primo caso l'arco formato nella valvola potrà spegnersi prima che la tensione riprenda il suo valore; nel secondo caso avremo invece veramente la concomitanza di un'elevata tensione e di una corrente intensa fra gli estremi del filo fuso.

Cosa notevole, la distanza dall'officina generatrice non altera sensibilmente queste condizioni; fatto che si spiega considerando come durante il corto circuito la caduta ohmica nella linea sia una parte rilevante della caduta di tensione totale, e come questa parte della caduta sparisca istantaneamente appena comincia la fusione; perciò il ristabilirsi della tensione primitiva è egualmente pronto in ogni punto dell'impianto.

Da tutto quanto ho detto, risulta dunque che le valvole vanno provate su circuiti di potenza generatrice rilevante.

Una serie di prove eseguite con questi criteri sulle diverse forme di valvole, mi hanno persuaso che quelle a tubo aperto sono da classificarsi fra le migliori; e anche la lunga esperienza che vi ho potuto fare dimostra che esse spengono realmente l'arco anche sotto corti circuiti gravissimi e a tensioni assai elevate (14,000 volt, per es.), anche quando si trovano alimentati da potenze di macchinario toccanti parecchie migliaia di chilowatt.

Però anche questa forma presenta un gravissimo inconveniente, comune del resto a molte altre. La quantità di metallo che vaporizza all'atto di una fusione, è rilevante; sono 100, 150 e perfino 200 grammi di lega metallica che passano allo stato fluido.

Questi vapori sono espulsi dal tubo; e se due o tre valvole fondono contemporaneamente, i vapori uscenti da esse vengono ad incontrarsi

ed a confondersi. Allora nulla di più facile che attraverso queste dense e calde nubi di vapore metallico, scocchi un arco fra i diversi conduttori. Questo significa un corto circuito nel quadro.

Il risultato non è allora molto brillante; chè per proteggere una parte dell'impianto si arriva invece ad un disastro nel quadro che può avere conseguenze dannosissime. Infatti, quando la potenza che alimenta questi archi di corto circuito è un po' rilevante, essi assumono proporzioni spaventose: in pochi secondi, sibilando sinistramente, brillando di luce vivissima, corrono lungo i conduttori del quadro e rompono isolatori, incendiano isolanti, spezzano lastre di marmo.

Bisognerebbe poter disporre le valvole abbastanza lontane fra di loro in modo che fosse materialmente impossibile l'incontro dei vapori: ma raramente i quadri si prestano a tale disposizione, e i tramezzi di marmo infrapposti hanno poco effetto.

*

I tecnici della Società Edison, dopo avere assistito a qualcuno di questi disastri, impensieriti del pericolo che presentavano parecchie centinaia di valvole installate nei quadri delle stazioni generatrici e nelle sottostazioni di distribuzione, posero il problema della creazione di un tipo di valvola che presentasse maggior sicurezza e potesse sostituirsi alle attuali senza domandare troppe modificazioni nei quadri.

Studii e ricerche furono allora intrapresi nel Laboratorio della Società Edison, i quali portarono alla costruzione di un nuovo tipo rispondente alle condizioni suaccennate: questo tipo è già in esercizio dal settembre scorso su molte parti dell'impianto di Paderno e Milano con risultato soddisfacente.

Debbo osservare che la condizione che le nuove valvole dovessero potersi sostituire alle attuali, ha ristretto il campo della soluzione del problema, tuttavia considerando quanto il tipo di valvola a tubo aperto sia diffusa, ho creduto dovervi presentare i tipi della Società Edison come sono e come vengono usati, riservandomi di accennare poi alle modificazioni che potranno essere necessarie per rispondere a speciali esigenze.

La nuova valvola ha il filo fusibile immerso nell'olio. Questo non è un principio nuovo: ma le forme che noi conoscevamo di valvola nell'olio erano troppo primitive perchè potessero acconciarsi ai quadri moderni.

D'altra parte, volendo avere un tipo semplice maneggevole e simile all'attuale, la soluzione più naturale era di conservare lo stesso tubo di porcellana convertendolo in un recipiente d'olio.

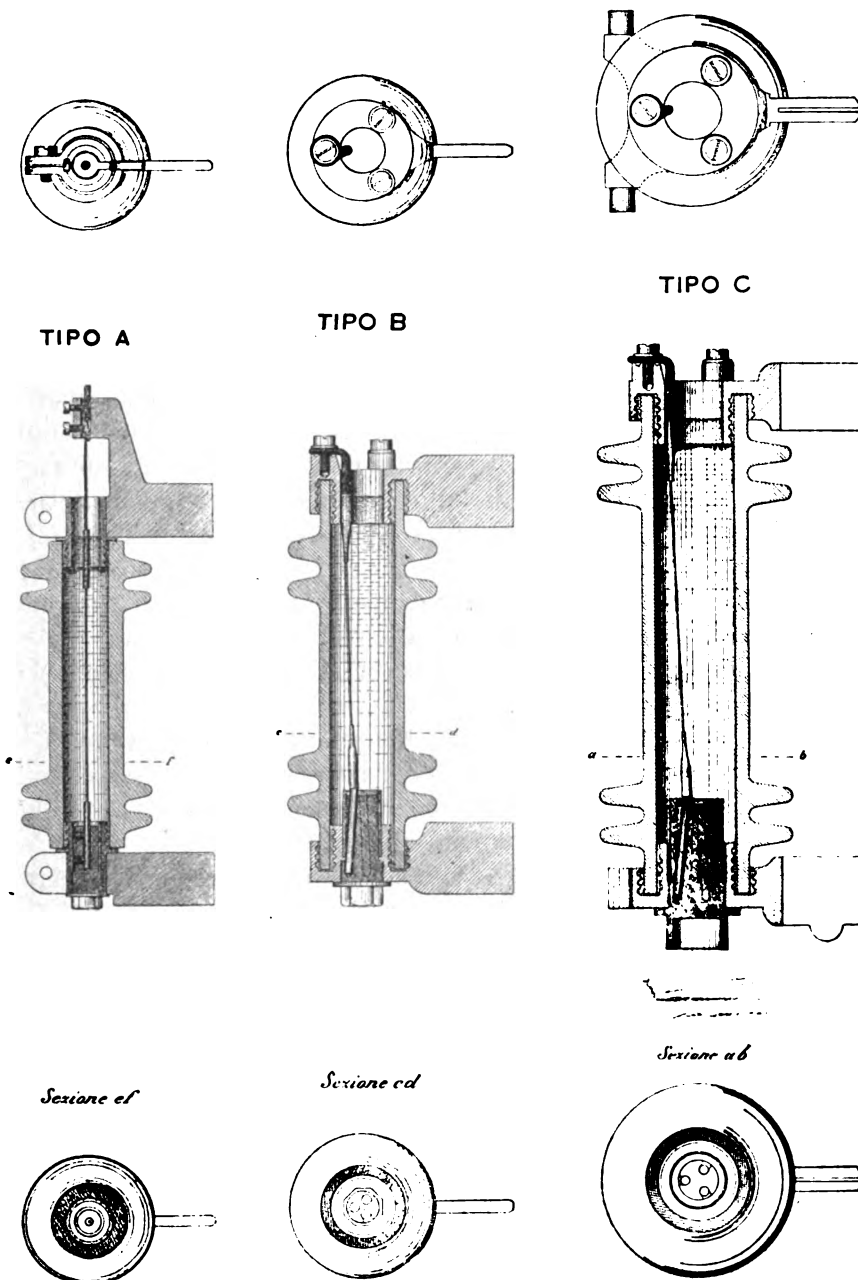


Fig. 3.

Ecco dunque le valvole che vi presento, una applicazione molto modesta di un principio molto semplice.

La parte inferiore in bronzo venne modificata in modo da ricevere un tappo a vite che fa nello stesso tempo da morsetto inferiore per il filo. Alla parte superiore nulla è cambiato. Quando il numero dei fili è multiplo, si usa per il tappo inferiore la forma indicata nel disegno (Fig. 3) dove i fili vengono introdotti nei fori 1, 2, 3 e stretti col semplice girare l'anello *a*, una volta montata la valvola si riempie d'olio ed essa è pronta per il funzionamento.

*

Quali effetti ha dunque l'introduzione dell'olio in questa valvola?

È noto come gli archi si spengano facilmente nell'olio, sia per l'alto potere dielettrico di questo, sia perchè esso non permette la volatilizzazione del metallo, come avviene nell'aria, tanto che si sono costruiti dei buonissimi interruttori ad olio per alta tensione. Ma non è tutto. L'olio fa sì che la superficie disperdente il calore non è soltanto quella del filo, ma è invece quella di tutto il porta-valvola: quindi a parità di condizioni, il filo da usare ha un diametro molto minore.

Per esempio, un filo per valvola ordinaria per una corrente di regime di 100 ampère è di 6 mm. di diametro, mentre quello corrispondente per il tipo ad olio è di 3 mm. circa.

Questi due fatti fanno sì che la quantità di metallo che fonde è nelle valvole ad olio assai piccola.

Perciò la valvola fonde in generale tranquillamente; la fusione è tutt'al più accompagnata da una espulsione più o meno grande di olio, e si è provveduto ad un cappelletto in cartone portante dei forellini per evitare l'insudiciamento dovuto alle proiezioni d'olio.

Su queste valvole furono eseguite nel nostro Laboratorio numerose prove e ne riassumo qui brevemente i risultati.

*

Natura del metallo fusibile. — Gli inconvenienti delle leghe metalliche, dovuti specie alla incertezza nella loro composizione, hanno da molto tempo consigliato l'uso dei metalli semplici per le valvole. Le differenze nella qualità e quantità di corpi eterogenei contenuti nei metalli semplici del commercio, non sono infatti sufficienti ad alterarne in modo notevole la temperatura di fusione.

E in molti tipi di valvole, il rame, l'alluminio e lo stagno, sono usati con molto successo.

Per l'argomento attuale, ciò che c'interessa nel paragone fra metalli semplici e leghe, e fra metallo e metallo, è la temperatura di fusione.

Fino a che il filo fusibile si trova nell'aria, non importa che la sua temperatura si elevi anche di molto; perchè l'aria colla sua perfetta fluidità asporta rapidamente il calore. Ed anzi, un calcolo assai semplice dimostra che la quantità di calore sviluppata in una valvola di rame è minore di quella sviluppata da una valvola di stagno che abbia comune con lei la corrente di regime e quella di fusione.

Ma nel caso del rame, la temperatura del filo è assai elevata, mentre per lo stagno è assai bassa.

Nelle valvole ad olio, la temperatura che assume il filo va invece presa in seria considerazione, perchè l'olio è viscoso ed il suo ricambio intorno al filo fusibile avviene con una relativa lentezza: quindi assai facilmente assume in contatto col filo, temperature pericolose.

Dunque, nelle valvole ad olio è necessario usare un metallo a temperatura di fusione bassa. Il metallo semplice più indicato è lo stagno; ed infatti lo stagno può perfettamente servire; però in molte condizioni è più conveniente una lega.

Ed ecco perchè.

Un elemento di notevole importanza nelle valvole è il rapporto fra la corrente di fusione (in un dato numero di secondi) e la corrente di regime. Può essere conveniente a seconda dei casi che questo rapporto sia più o meno grande; in generale è preferibile che sia piuttosto piccolo.

Ora, con valvole di stagno, abbiamo trovato un rapporto medio superiore a quello che otteniamo con una lega di parti eguali di piombo e stagno. Nei nostri impianti desideriamo un rapporto basso, per cui diamo la preferenza ad una lega malgrado i suoi difetti.

Il diagramma fig. 1, contiene le curve che danno le intensità della corrente di fusione per alcuni tipi di valvole in funzione del tempo impiegato.

Il diagramma fig. 2, mostra le curve che legano i valori della corrente di regime con quelli di fusione per le diverse sezioni dei fili di lega metallica e per i tre tipi di porta-valvole.

Risulta dalle prove fatte che con queste valvole ad olio, le cosiddette costanti, possono abbastanza giustificatamente meritare questo nome. Voglio dire che le cause perturbatrici esterne hanno poca influenza sulla temperatura a cui fondono e che si può con abbastanza precisione contare sul loro funzionamento.

*

Influenza della qualità dell'olio. — La qualità dell'olio usato nella valvola ha una notevole influenza sulla corrente di regime e su quella di fusione. E si comprende facilmente che ciò debba essere quando

si consideri che l'olio è il veicolo di buona parte del calore sviluppato, giacchè la sua funzione raffreddante si esercita col sottrarre calore al filo per consegnarlo all'involucro di porcellana ed alle parti metalliche che poi lo disperdono

Questa funzione è esercitata mediante moti convettivi dell'olio; e questi moti sono tanto più rapidi quanto più fluido è l'olio.

Per una stessa qualità d'olio assumeranno poi tanta maggiore intensità quanto più elevata sarà la temperatura del filo.

Ora vi è, sotto questo rapporto, una differenza di comportamento assai rilevante fra gli olii pesanti e gli olii leggeri: e cioè mentre per gradi di temperatura bassi, come quelli corrispondenti allo stato di regime della valvola, i movimenti convettivi di olii di diverse densità sono poco dissimili, per i gradi di temperatura elevati si intensificano assai più negli olii leggeri che nei pesanti.

La conseguenza che interessa per l'uso delle valvole è dunque questa: che con un olio leggero, il rapporto fra il valore della corrente di fusione e della corrente di regime, è assai maggiore che con un olio pesante: ora siccome in generale, come si è detto, si preferisce diminuire questo rapporto, è necessario usare olii pesanti.

Gli olii leggeri presentano poi un certo pericolo per la loro più facile infiammabilità.

L'olio che noi impieghiamo è quello ordinario al cilindro.

Altri elementi delle valvole possono essere modificati allo scopo di variare il rapporto fra corrente di fusione e corrente di regime.

Tali sarebbero la capacità del recipiente, quindi il volume dell'olio, e la lunghezza del filo fusibile. Sopra quest'ultimo elemento, parecchie prove vennero eseguite, le quali, se non sufficienti a stabilire una legge, mostrano in modo evidente che il detto rapporto può essere diminuito con raccorciare il filo fusibile.

*

Qualche parola, infine, sui risultati pratici di queste valvole usate su reti ad alta tensione.

Attualmente vi sono circa 216 valvole del tipo A e 165 del tipo B in esercizio nelle sottostazioni di distribuzione della rete trifase di Milano. La tensione è di circa 3700 volt.

Nell'officina di Paderno, una diramazione a 6000 volt è protetta con valvole ad olio da 50 ampère di regime.

Infine, in via d'esperimento, le diramazioni della linea Paderno-Milano a Monza e a Sesto S. Giovanni, furono provviste di valvole ad olio. In questo caso la tensione media è di 14.000 volt.

Queste valvole ebbero parecchie occasioni di esercitare la loro funzione. Qualche corto circuito o qualche eccesso di carico su una rete così estesa come quella di Milano è inevitabile; la diramazione a 6000 volt di Paderno presenta con molta frequenza delle crisi; una volta venne fatto sulla diramazione di Monza un corto circuito netto per errore di manovra; infine, all'avviamento dell'Officina di Sesto S. Giovanni, si ebbero frequenti sovraccarichi dovuti a prove, errori di manovra, ecc.

In tutti questi casi le valvole ad olio risposero mirabilmente al loro scopo; talvolta fusero silenziosamente, talvolta proiettarono con violenza l'olio, ma non diedero mai luogo a corti circuiti nè ad altri inconvenienti. Per esempio, nel caso cui ho accennato sulla derivazione di Monza, si tratta di valvole a 14.000 volt per 80 ampère di regime e 140 di fusione: ebbene, esse tagliarono la diramazione di Monza senz'altro inconveniente sull'impianto che una oscillazione di voltaggio, il che credo sia per delle valvole un ottimo risultato.

Dove non sempre si portarono bene fu nell'Officina di S. Radegonda dove due volte in casi di perdite di sincronismo dei motori fusero assai male, ma le condizioni di quei casi erano molto speciali e complicate dal comportamento dei motori sincroni.

Malgrado questi due casi, credo di poter affermare che la valvola ad olio, senza voler pretendere alla perfezione, presenta un vero e notevole progresso su quelle che prima avevamo in uso, e se c'è un caso in cui un'esperienza di valvole può essere attendibile, è questo nel quale le prove vennero eseguite sovra un impianto così grande come quello di Milano.

C'è poi un altro vantaggio di cui si deve tener conto, e cioè la maggior precisione; infatti, sia per l'effetto di una maggior superficie raffreddante, sia perchè il filo fusibile è più sottile, la costanza del comportamento è rimarchevole, e mentre colle valvole nell'aria bisogna tenersi alti per paura di fusioni inopportune, con queste si può tenersi più vicini ai valori voluti, ottenendo per tal modo una protezione assai più efficace.

Prima di finire, voglio esprimere la speranza che, oltre ad avervi presentato un apparecchio che può tornare utile, io sono riuscito ad attirare la vostra attenzione sul problema delle valvole in generale, e credo che se l'A. E. I. volesse fare opera seriamente utile agli elettricisti, dovrebbe assumersi l'iniziativa di mettere un po' d'ordine nella confusione deplorevole in cui si trovano attualmente le valvole.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sezione di Roma.

Il favorevole esito ottenuto nello scorso anno dalla serie di conferenze sperimentali sull'Elettrotecnica tenute da questa Sezione, conferenze che hanno potuto dare ad essa vita ed incremento inconsueto, hanno incitato la Presidenza della Sezione di Roma a ripetere la prova. Anche in quest'anno, nel periodo dal febbraio a maggio, sotto gli auspici della detta Sezione, dai Soci di essa furono tenute nove conferenze sperimentali sopra svariati argomenti di elettricità, sia pura che applicata. L'aiuto efficacissimo che per la migliore riuscita hanno offerto gentilmente e volenterosamente tutti i più importanti Istituti scientifici di Roma, dimostrano quanto siano state apprezzate, ed attestano in principal modo dell'esito di esse, che non poteva essere più confortevole per l'iniziativa assunta dalla solerte Presidenza.

Vivi e doverosi ringraziamenti si abbiano tutti coloro che così validamente hanno contribuito a questa difficile impresa.

N. 15.

10 Febbraio 1901. — On. Prof. ANGELO BATTELLI.

LA PROPAGAZIONE DELLE AZIONI ELETTRICHE.

Dopo aver accennato al fatto che l'elettricità tende a passare dai punti di potenziale elettrico più elevato a quelli di potenziale più basso, il prof. Battelli mostra come si debbano distinguere due specie di correnti, quelle di *spostamento*, che hanno sede nei dielettrici, e quelle di *conduzione*, che circolano nell'interno dei conduttori. Spiega quali siano le differenze fra queste due specie di correnti, e rende più evidenti le differenze stesse, ricorrendo ad analogie idrauliche.

L'oratore in seguito fa vedere come non vi possano essere correnti aperte, ed espone in qual maniera avvenga la propagazione dell'energia elettrica nei conduttori, applicando la legge di Pointing. Applicazioni pratiche di questi concetti sono il telegrafo a linee aeree e quello sottomarino, dei quali fa pure vedere le analogie con fenomeni idraulici. Si trattiene poi sopra un'altra specie di propagazione delle azioni elettriche, la propagazione per onde, ne spiega il meccanismo, accenna alle disposizioni pratiche per ottenere queste onde elettriche, ed alla loro applicazione nel telegrafo senza fili.

Infine parla della propagazione dell'elettricità nei gas rarefatti, ne fa vedere i fenomeni più importanti, ed accenna come i metodi Terla per trasmettere senza fili a grandi distanze delle forti quantità di energia, si basino probabilmente sopra queste proprietà delle scariche nei gas rarefatti; progetti però che non si possono dichiarare impossibili, ma che offrirebbero gravissime difficoltà nella loro attuazione.

N. 16.

24 Febbraio 1901. — Ing. FERDINANDO LORI.

I FENOMENI

E LE APPLICAZIONI DELL'ELETTROCHIMICA.

Ricordati brevemente alcuni concetti sopra la teoria atomica, il Conferenziere divide in due parti il suo argomento: enuncia cioè i tre diversi fenomeni su cui vengono fondate le industrie elettrochimiche (elettrolisi, arco voltaico ed effluvio elettrico), e le applicazioni che questi hanno ricevuto nella pratica.

Comincia allora con lo sviluppare le idee dell'Artwald e dell'Arrhenius per la spiegazione del meccanismo dei fenomeni dell'elettrolisi. Enuncia la relazione fra temperatura, pressione osmotica e concentrazione a cui sono soggette le soluzioni, relazione identica a quella di Mariotte-Gay-Lussac, ed accenna al fatto come questa legge non sia verificata pel caso degli elettroliti, cioè per quelle sostanze che conducono la corrente elettrica. Spiega quindi questi fatti colla ipotesi della dissociazione elettrolitica, e cioè dice come si ammetta:

1° Che le molecole della sostanza disciolta si dividano tutte o in parte in due gruppi di atomi;

2° Che esistano delle molecole di una sostanza imponderabile, biatomiche, i cui atomi vengono detti elettroni, che hanno la capacità di comunicare ai gruppi atomici materiali dissociati, le cariche elettriche che loro competono, o che dall'aggruppamento dei gruppi atomici con questi elettroni si abbiano dei gruppi di atomi carichi di elettricità: gli ioni.

Partendo da queste idee fondamentali, spiega tutti i fenomeni delle forze elettromotrici esistenti fra metalli e liquidi, fra liquidi e liquidi, e quindi pila, elettrolisi, e le leggi a cui queste sono soggette.

Parla in seguito dell'arco voltaico e dell'effluvio elettrico.

Stante la ristrettezza del tempo, brevemente riassume la seconda parte dell'argomento, e ricorda le principali industrie fondate su questi fenomeni: elettrolisi dell'acqua — carburi, fra cui principalmente carburo di calcio, acetilite, orlita — siliciuri — industria della soda e dell'alluminio (in una digressione accenna pure all'alluminotermia, specie per la produzione del cromo) — infine, come applicazione dell'effluvio elettrico, parla dell'ozono e delle sue applicazioni, specialmente come decolorante.

Chiude la conferenza con una statistica della potenza spesa in ciascuna di queste industrie nelle varie nazioni, e particolarmente in Italia.

N. 17.

3 Marzo 1901. — *Prof. MOISÉ ASCOLI.*

LE CORRENTI ALTERNATE.

Dopo aver dimostrato il fatto che per trasportare dell'energia elettrica economicamente a grande distanza occorrono potenziali elevati, e che d'altra parte questi non possono essere adoperati con sicurezza dai consumatori, il Conferenziere fa rilevare come il problema della trasmissione non possa andare disgiunto da quello dei trasformatori. Le correnti alternate offrono il metodo più semplice e più comodo per questa trasformazione.

Esponendo allora le proprietà delle correnti alternate, fa vedere come queste cambino continuamente di senso, e dimostra e discute con numerose esperienze le diverse proprietà di esse: forma, durata, ampiezza, fase.

Si intrattiene sulla misura dell'intensità delle correnti alternate (elettrodinometro, apparecchi a filo caldo). Con due speciali commutatori, che trasformano le correnti continue in alternate, di fase variabile a piacere, l'oratore può dimostrare diverse proprietà che hanno le correnti di diversa fase, e cioè il fattore di potenza ed il campo rotante.

Fa vedere in seguito gli effetti dell'autoinduzione, che nella pratica possono essere a volte utili, ed a volte dannosi. Dannosi nella trasmissione dell'energia, perchè produce sia una diminuzione di corrente, come una differenza di fase fra forza elettromotrice ed intensità; dimostra come la differenza di fase impedisca di ottenere nel circuito tutta la potenza disponibile con una certa forza elettromotrice ed una certa intensità. A questo proposito accenna all'effetto che produce la capacità nei circuiti, effetto contrario a quello dell'autoinduzione, e sperimentalmente dimostra che se si mettono in serie un condensatore, una autoinduzione ed una lampada, questa è spenta se nel circuito si esclude la capacità o l'autoinduzione, mentre rimane accesa se vi rimangono ambedue. Questi effetti crescono col crescere della frequenza.

Parla infine del fenomeno dell'induzione mutua, della sua applicazione ai trasformatori, e di tutte le proprietà di questi.

N. 18.

17 Marzo 1901. — *Ing. Dott.* QUIRINO MAJORANA.

I FENOMENI MAGNETO-OTTICI.

Scopo della conferenza è di riassumere brevemente quel gruppo di fenomeni che si ottengono quando la luce si propaga in un campo magnetico.

L'argomento si limita alle sole vibrazioni monocromatiche. Il Conferenziere esegue una brillante esperienza per dimostrare il meccanismo di queste ondulazioni luminose. Se si ha una lunga fune pieghevole (un lungo tubo di caucciù), legato eccentricamente ad un estremo dell'asse girante di un motorino elettrico, ed attraversante liberamente un foro circolare, mentre è fissa all'altra estremità, si osservano in questa dei punti in massima oscillazione e dei punti in quiete (ventri e nodi). Queste vibrazioni, analogamente a quelle lumi-

nose, sono circolari, ma possono venire polarizzate, si può ottenere cioè l'onda in un piano, allorquando al foro circolare si sostituisca uno rettangolare, col lato minore uguale al diametro del tubo. Il piano di polarizzazione viene ruotato col ruotare del rettangolo in un piano verticale.

Una forchetta fa l'ufficio di analizzatore; se l'incavo di essa è nel piano di vibrazione del raggio, essa non estingue la vibrazione della corda nei punti più lontani dal motore, mentre fa cessare queste vibrazioni se quest'incavo è normale ad esso piano. In tal modo si ha l'immagine di ciò che avviene quando un prisma di Nicol è interposto nel percorso di un raggio luminoso. Il primo fenomeno magnetico-ottico fu scoperto da Faraday. Quando un raggio di luce polarizzata linearmente si propaga in un mezzo materiale trasparente, e parallelamente alle linee di forza di un campo magnetico, il piano di polarizzazione ruota. Il fenomeno può essere reso molto palese da lamine di quarzo tagliate normalmente all'asse. Un altro fenomeno è quello di Ken. Uno specchio di acciaio magnetizzato, su cui cade normalmente la luce polarizzata linearmente, riflette questo, provocandone una lievissima rotazione del piano di polarizzazione. A questo riguardo sono importanti le ricerche del Righi e dello Zeemann.

Ma quest'ultimo fisico, riprendendo un antico tentativo del Faraday ed aiutato dalle ricerche teoriche del Lorentz, è riuscito a scoprire qualche anno addietro un importante fenomeno.

Consideriamo un raggio di luce gialla, emessa da una lampada ad alcool salato, ed attraversante un campo magnetico nel senso delle linee di forza. Se ne esaminiamo lo spettro con un reticolo di Rowland, noi osserviamo che le due righe gialle caratteristiche del sodio restano scomposte ciascuna in altre due. Lo stesso fenomeno avviene per qualsiasi altra luce emessa da vapori metallici incandescenti.

Il Conferenziere ripete l'esperienza del Righi per la dimostrazione di questo fenomeno. Accenna ancora alle esperienze di Macaluso e Corbino, ed infine ai fenomeni più complessi che si verificano quando la direzione del raggio luminoso è normale alle linee di forza.

Osserva infine come la teoria matematica di questi fenomeni emessa dal Lorentz, abbia dato un potente impulso a queste ricerche.

N. 19.**24 Marzo 1901.** — *Prof.* ALFONSO SELLA.**LA CONDUTTIVITÀ ELETTRICA DEI GAS.**

1. — La conferenza consiste in un'esposizione ed in un'illustrazione sperimentale dei principali fenomeni di conduttività elettrica presentati dai gas alla pressione ordinaria.

2. — Un conduttore retto da un sostegno isolante ed a cui si è comunicata una carica elettrica, va perdendo lentamente la carica. Questa dispersione ha luogo attraverso il sostegno od attraverso l'aria? Si mostra che avviene l'una e l'altra cosa.

3. — Il processo della dispersione per l'aria può venire rappresentato con il seguente modello. Due dischi metallici affacciati ed isolati hanno cariche elettriche eguali e contrarie. Nello spazio fra di essi si sofla una polvere elettroscopica (solfo e minio). Il disco positivo si ricopre di solfo, che è elettrizzato negativamente, il negativo di minio e nello stesso tempo i due dischi hanno perso le loro cariche.

Così si immagina che nell'aria ci sieno delle particelle — dette elettroni o ioni — portanti cariche elettriche positive e negative. Questi ioni si muovono (in direzioni opposte) sollecitati dalle forze elettriche e vanno a scaricare i corpi elettrizzati con processo eguale a quello ora illustrato. All'esaurimento di questi ioni tiene dietro una riproduzione, la quale si effettua con una determinata velocità.

4. — Il grado di ionizzazione (rappresentato per esempio dal numero di ioni nell'unità di volume del gas) è molto piccolo per l'aria nelle condizioni ordinarie. Ma si conoscono dei mezzi per crescere — e di molto — questa ionizzazione. Vengono dimostrati i seguenti: aria contenente prodotti di combustione, aria attraversata da raggi Röntgen, aria in vicinanza di polvere di uraninite, ed in misura enormemente più grande, in vicinanza di certe sostanze (sali di radio, polonio), aria nella immediata vicinanza di una sorgente molto intensa di raggi ultravioletti (Lenard). La dimostrazione consiste nel far vedere che quest'aria così ionizzata tende, più o meno rapidamente, a portare al medesimo potenziale i conduttori che essa inverte, scaricando i conduttori carichi in presenza di uno al suolo ed in presenza di uno mantenuto, ed a potenziale costante portando gli altri al medesimo potenziale. L'aria ionizzata tende a distruggere le linee di forza. Tutto

questo a parte certe piccole differenze fra conduttori di specie diversa (Righi).

5. — Una semplice esperienza dimostra che i caratteri della conduttività dell'aria ionizzata differiscono molto da quelli per i metalli o gli elettroliti, i quali seguono la legge di Ohm.

Due dischi metallici eguali ed orizzontali, stanno l'uno sopra l'altro a distanza variabile. L'inferiore è collegato con una sorgente a potenziale costante (una macchina elettrostatica Kelvin, a caduta di acqua, collegata a grandi capacità), e su di esso è sparsa della polvere di sostanza radioattiva (bromuro di bario radifero). Il superiore è al suolo attraverso una grande resistenza (soluzione di ioduro di cadmio in alcool amilico in un capillare) e collegato ad un elettrometro. L'inclinazione elettrometrica misura l'intensità della corrente che attraversa lo strato d'aria fra i due dischi. Ora, partendo da una distanza molto piccola dei due piattelli, e crescendola successivamente, l'intensità aumenta e poi si mantiene sensibilmente costante sino ad una distanza molto grande. Soffiando del fumo fra i due piattelli (cloruro di ammonio o fumo tratto da una sigaretta), l'intensità decresce.

6. — Gli ioni positivi e negativi non si muovono con eguale velocità sotto l'azione della medesima forza elettrica. Questo si dimostra facilmente, in una fiamma. Un becco Bunsen è in comunicazione con il polo positivo di una pila; col negativo una pila di cloruro di sodio, appesa ad un filo di platino ed immersa nella regione calda della fiamma. Nel circuito un galvanometro. La corrente è così molto più intensa che non con becco negativo e perla positiva. Gli ioni si formano prevalentemente presso la perla ed il filo di platino incandescente, e la corrente è quindi mantenuta dagli ioni dello stesso segno della perla. Perciò la corrente più intensa con perla negativa prova la maggior velocità degli ioni negativi.

7. — Ma si può mostrare che avviene lo stesso anche fuori della fiamma propriamente detta, nei prodotti di combustione, che ne escono. Due grossi dischi metallici verticali affacciati, sono collegati con gli elettrodi del secondario di un rocchetto Ruhmkorff che funziona da trasformatore, essendo il primario percorso dalla corrente alternata della città. Al disotto dei due dischi arde una fiammella di alcool, in modo che i prodotti di combustione che si sollevano vengono a trovarsi in un campo elettrostatico alternato. In ogni istante gli ioni positivi si muoveranno nella direzione positiva delle linee di forza, i negativi in direzione opposta. Se i negativi hanno maggiore velocità, un maggior numero di essi andrà, durante un'alternazione, a battere sul disco positivo — che non di positivi sul disco negativo. — E nel

campo resta un'eccedenza di ioni positivi. Infatti, un filo metallico fra i due dischi, collegato con una capacità e con un elettroscopio, va rapidamente caricandosi con segno positivo.

Ma si può dimostrare anche questa distruzione degli ioni negativi per parte dei dischi. Tra i dischi di prima pongansi due altri dischi eguali, ma isolati. Il campo fra questi ultimi non è ora sensibilmente diverso da prima; ma se si fa arrivare i prodotti di combustione della fiammella in questo spazio, i due dischi si vanno caricando negativamente, come si dimostra collegandoli all'elettroscopio attraverso una grande resistenza (un filo di cotone), per conservare il campo alterato fra i due dischi.

8. — Gli ioni seguono nel loro movimento le linee di forza elettrostatiche — il grande attrito del mezzo escludendo un'accelerazione, e la piccola massa le reazioni di inerzia. — Per mostrare che questo ha luogo in genere per le particelle gaseose elettrizzate, si ricorre ad una semplice esperienza (Righi). Una punta metallica, in comunicazione con un polo di una macchina elettrostatica, è affacciata ad un disco di resina posto su di un piatto metallico al suolo; fra la punta ed il disco uno schermo, per esempio, una stella tagliata in un foglio di mica. Mettendo in azione la macchina, le particelle elettrizzate seguono le linee di forza dalla punta al piano (archi di cerchio), e danno un'ombra elettrica della stella di mica, la quale ombra si rende evidente soffiando una polvere elettroscopica sul disco di resina.

9. — Gli ioni funzionano da nuclei di condensazione del vapor acqueo. È facile mostrarlo in genere per le particelle gaseose elettrizzate. Da un tubo di vetro affilato esce un getto di vapore acqueo. Questo getto è situato fra uno schermo ed un punto luminoso (ottenuto con una lampada ad arco, un diaframma, un sistema convergente a piccola distanza focale). Immediatamente sotto l'orifizio, da cui esce il getto, una punta metallica collegata con una macchina elettrostatica. A macchina ferma si vede appena il contorno del getto sullo schermo; ma facendola agire, subito il getto si risolve in densa nebbia, che dà un'ombra molto netta sullo schermo.

10. — L'aria ionizzata si comporta anche diversamente rispetto alla resistenza al passaggio della scintilla. Le armature esterne dei condensatori di una macchina elettrostatica ad induzione sono collegate ad uno spinterometro (elettrodi punta e piano); in derivazione sul tratto di scintilla una spirale metallica. Sotto un cilindro di piombo, nel cui fondo è un poco di sostanza radioattiva, la quale vede il tratto di scintilla. Si può, con un coperchio, pure di piombo, intercettare i raggi emessi dalla sostanza.

Si copre il cilindro e si diminuisce la distanza esplosiva dello spinterometro della macchina (collegato con le armature interne dei condensatori), sinchè non si abbia più scintilla nello spinterometro fra punta e piano. Appena si leva il coperchio del cilindro, le scintille compaiono nuovamente.

11. — Segue una breve digressione sui valori della massa e della carica degli ioni e sui modi di determinarle.

N. 20.

14 Aprile 1901. — Ing. RICCARDO SALVADORI.

MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA.

Il Conferenziere analizza separatamente i vari fattori del lavoro di una corrente elettrica: intensità, differenza di potenziale, spostamento di fase fra questi due fattori nel caso delle correnti variabili, e tempo.

Per ciò che riguarda l'*intensità della corrente*, egli definisce l'unità, e parla delle misure fondate sopra tutte le proprietà della corrente. Descrive e discute i vari apparecchi di misura industriali fondati sugli effetti chimici, elettromagnetici, calorifici ed elettrodinamici, ripetendo per ciascuno l'esperienza su cui si fondano, e presentando un modello schematico ed un campione (voltmetro, bussola e galvanometri, amp. tipo Hummel, amp. a succhiamento, d'Arsonval e Weston, amp. calorifici, bilance elettrodinamiche, elettrodinamometri).

Per la *differenza di potenziale* definisce l'unità, e fa notare come un amperometro di nota (e grande) resistenza possa far conoscere (per la legge di Ohm) la differenza di potenziale applicata agli estremi del filo dal quale è formato. Mostra e discute i vari voltometri industriali derivati dai vari tipi di reometri descritti. Parla dell'errore di voltmetro, e di conseguenza arriva ai voltometri « elettrostatici » che non derivano corrente.

In seguito definisce l'unità di *potenza* e i suoi multipli. Dimostra come, nel caso delle correnti costanti, la potenza si possa ottenere dal prodotto delle letture dell'amperometro e del voltmetro, e come questi due strumenti possano molto opportunamente essere riuniti in uno solo, il wattometro. Discute a lungo l'influenza dello spostamento di fase fra la differenza di potenziale e la corrente sulla potenza di una

corrente variabile. Dimostra come questa potenza debba essere minore di quella che si ottiene dal prodotto delle letture dei due apparecchi, voltmetro, amperometro, e come essa sia esattamente fornita (in speciali condizioni) dal wattometro. Stabilisce allora il fattore di potenza e facilita la dimostrazione con opportune tavole ed esperienze. Presenta molti tipi di wattometri industriali.

Definisce ancora l'unità pratica di *lavoro* ed i suoi multipli. Descrive, illustra con esperienze e mostra in modelli od in originali i principali misuratori di energia elettrica, fra i quali: l'Edison, il Ferranti, l'Aron, il registratore Mengarini, il Thomson, lo Schuckert, il Siemens, lo Schallenberger, l'Hummel, il Blaty, ecc. Discute la loro previsione.

Chiude la vasta conferenza osservando opportunamente che l'argomento delle misure è della più grande importanza, giacchè da Galileo in poi non vi può essere scienza senza misura.

N. 21.

5 Maggio 1901. — Dott. RICCARDO MANZETTI.

LE IPOTESI SULLA NATURA DELL'ELETTRICITÀ

(I FENOMENI DELL'ELETTROSTATICA)

(Con 4 figure).

Credo necessario innanzi tutto precisare i termini del quesito che mi sono proposto.

Allorquando noi siamo in presenza alla serie numerosa dei fenomeni elettrici, e cerchiamo di studiarli, la nostra conoscenza per rispetto ad essi, come del resto per qualsiasi altra serie di fenomeni fisici, passa per tre gradi ben distinti.

Noi possiamo imparare a conoscere la *descrizione* pura e semplice dei *fenomeni* che ordinariamente vengono classificati come elettrici, e delle *leggi* immutate ed immutabili che li reggono, leggi le cui conseguenze, comunque dedotte, *devono* essere sperimentalmente verificate. Noi studiamo allora la *teoria* dell'elettricità.

Possiamo ancora ricercare qual'è il modo con cui si intende avvengano questi fatti e queste leggi, quali le supposizioni che facciamo per spiegarne l'intimo meccanismo. Queste supposizioni, queste *ipotesi*, non devono essere in contraddizione con nessun fatto conosciuto; però

le deduzioni che da esse si traggono, potrebbero non venire confermate dall'esperienza. Infine si potrebbe domandare quale sia l'essenza, la causa prima, dell'elettricità.

Alla prima domanda, la più importante, hanno già brillantemente risposto le numerose conferenze promosse dalla nostra Associazione; alla terza non voglio nemmeno accennare, come quella da cui rifugge la moderna scuola positiva; intendo solo, per quanto lo comportano le mie forze, esporre obbiettivamente alcune delle ipotesi finora fatte sopra una parte dei fenomeni elettrici, sui fenomeni dell'elettrostatica.

Il mio argomento resta dunque circoscritto ad una zona intermedia fra la legge e l'essenza, e richiede forse che chiarisca alquanto il significato che ho inteso dare alla parola *ipotesi*. Questa parola, come tutte quelle che non si riferiscono a concetti puramente matematici o tecnici, non ha un contenuto fisso, rigido, preciso; ma al contrario oscilla fra limiti più o meno arbitrari, più o meno estesi, a seconda delle tendenze, delle abitudini, e diciamo pure delle preferenze intellettuali dell'individuo che la adopera.

Ma questa, forse insuperabile, imprecisione del concetto di questa parola, non mi ha preoccupato, poichè intendo fare una semplice esposizione obbiettiva di quelle che dai loro autori vennero chiamate: « Ipotesi sulla natura dell'elettricità », prescindendo da una soverchia ricerca sul valore e sulla portata che essi dettero a questa parola.

Dirò solo che le ipotesi da me esposte sono quelle che meglio rispondono al concetto più moderno e più diffuso circa la parola stessa, che sanamente e fruttuosamente intesa deve innanzi tutto rispondere a questa condizione: escludere ogni supposto di apriorismo, e ritenersi un concetto variabile, perfezionabile coi progressi del sapere, un concetto provvisorio che bisogna bandire quando lo si riscontri non rispondente ai dati della realtà.

Ciò varrà anche a spiegare perchè delle tante ipotesi enunciate, io ne abbia omesse alcune che, per quanto ingegnosissime, saranno forse sogni di artista geniale, ma non strutture saldamente ed organicamente scientifiche.

Il primo che abbia tentato una ipotesi sulla natura dell'elettricità, è stato il Winkler nel 1745. Allora ben pochi fenomeni dell'elettrostatica erano conosciuti, e nell'esporre le sue idee egli seguì naturalmente la moda del giorno. A quei tempi quasi tutti i fenomeni fisici erano dovuti a fluidi speciali, fluidi imponderabili, incomprensibili, ecc., erano i tempi in cui si aveva il fluido calorifico, il lucico, il magnetico australe e boreale; il fluido era il *deus ex machina* che spiegava tutte le proprietà particolari dei corpi, quindi nessuna meraviglia se

anche l'elettricità per il Winkler fosse dovuta alle proprietà di un fluido speciale, il fluido elettrico. Egli constatò che l'elettricità non è qualche cosa di materiale appartenente al corpo, nè uno stato speciale delle particelle materiali di esso, ma la elettricità è imprigionata nei corpi in due modi diversi e li divide perciò in conduttori e non conduttori. In questi per effetto dell'attrito l'insieme delle particelle del corpo e di quelle del fluido, veniva scisso; l'elettricità era sollevata, e veniva a circondare il corpo come di un'atmosfera invisibile che aveva tutte le proprietà elettriche allora conosciute, e nell'interno si aveva una diminuzione della quantità di fluido preesistente. Nei conduttori invece si aveva una così sottile mescolanza fra molecole materiali e particelle elettriche, che il corpo stropicciato non poteva essere circondato di un'atmosfera elettrica: per il Winkler l'elettricità era un qualche di analogo al fluido flogistico, l'essenza della fiamma.

Queste idee furono completate e sviluppate secondo i progressi della fisica sperimentale da Franklin che enuncia la sua ipotesi nel 1758 in una lettera al Wilke.

Attraverso tutta la natura materiale è sparsa una materia sottilissima che è il fondamento e la cagione di tutti i fenomeni elettrici. Le particelle di questa materia, che possiamo chiamare indifferentemente etere, fuoco, ecc. (da Franklin è spesso detta *fuoco elettrico*), si urtano fra loro e si respingono, ma hanno la proprietà di essere molto fortemente attratte dalla materia ordinaria dei corpi.

Allorchè una parte di materia contiene tanto di questo sottile fluido elettrico quanto ne può contenere, senza che esso rimanga a circondarne la superficie come di un'atmosfera più densa, allora il corpo è allo stato naturale per ciò che riguarda l'elettricità. Una maggior quantità rende il corpo positivo o più elettrico, una minore negativo o meno elettrico. Tutti i fenomeni elettrici consistono nel passaggio di questo fluido da un corpo ad un altro e nel modo di disporsi di questo nel corpo stesso. I corpi coibenti attirano molto fortemente questo fluido, i conduttori lo lasciano liberamente passare.

Questa ipotesi di Franklin, abbastanza semplice a prima vista, diventa ben complicata se si vuole seriamente applicare alla spiegazione di tutti i fenomeni, e specialmente quelli delle attrazioni e repulsioni elettriche e quelli dei condensatori. Ma quasi contemporaneamente (1759) per opera del Dufay e principalmente del Symmer sorse l'ipotesi dei due fluidi che si può dire ancora oggi ammessa, se non come spiegazione dei fatti, come definizione di certe quantità, nello stabilire le formule fondamentali dell'elettrostatica. Ma per comprendere meglio il valore di essa, e dell'altra di Maxwell che discuteremo in seguito,

vogliamo ripetere le esperienze fondamentali, su cui generalmente si basa intero lo sviluppo della teoria dell'elettricità in equilibrio, senza dover ricorrere a nessuna supposizione sussidiaria.

*
**

Supponiamo di avere un bastone di ebanite e di stropicciarlo con un panno di lana. Esso acquista una proprietà peculiare (senza che nulla sia cambiato nella materia), quella di attrarre i corpi leggeri.

Sospendiamo il bastone ad un bifilare, e presentiamogli un altro bastone nelle identiche circostanze: il primo viene respinto. Se presentiamo invece un bastone di vetro, esso viene attratto. Ne segue dunque che dallo stropicciare con un panno dei corpi come vetro, resina, ecc., questi acquistano la proprietà speciale di potersi mutuamente attrarre o respingere.

Noi vogliamo dire per ora che questa proprietà sia dovuta ad uno SPECIALE AGENTE che in quel caso si manifesta in essi, un agente che chiamiamo *elettricità*, senza affatto preoccuparsi che cosa esso sia.

Questo agente si manifesta di due specie: vitreo e resinoso, oppure positivo e negativo. Le due specie di elettricità, hanno la proprietà che quelle dello stesso nome si respingono, quelle di nome diverso si attraggono. Questa forza di attrazione dipende dal mezzo interposto.

I corpi nel loro comportamento per rispetto a questo agente si dividono in due categorie: gli uni, conduttori, lo lasciano liberamente passare da un punto ad un altro; gli altri, coibenti, hanno la facoltà di ritenerlo e di impedirne la propagazione.

Se noi ci poniamo entro un conduttore cavo isolato con mezzi per produrre considerevoli azioni elettriche (macchine elettrostatiche), noi non possiamo osservare all'esterno alcun fenomeno elettrico. Ciò dimostra che in ogni caso si produce tanta quantità di agente positivo e tanta di negativo.

Per assoggettare questo fenomeno al calcolo, è necessaria ancora una legge numerica, e questa è la legge di Coulomb, la quale definisce quantitativamente ciò che noi chiamiamo *massa elettrica*, per analogia alle masse materiali. Cioè, come nel caso delle masse materiali, che sono soggette ad una analoga legge di attrazione, la forza di gravità (per mezzo della bilancia) ci permette di definirle e misurarle, così nei fenomeni elettrici, la forza attrattiva considerata ci servirà a misurare la quantità di elettricità.

Da queste semplici esperienze col ragionamento e colle misure, si possono risolvere tutti i problemi dell'elettrostatica.

La teoria adunque che si può fondare sopra queste esperienze, non presuppone affatto alcuna ipotesi, nè sulla natura, nè sulla causa prima dell'elettricità, nè sul modo speciale come queste azioni elettriche avvengono. Noi adoperiamo la parola *elettricità*, *massa elettrica*, per convenzione, perchè storicamente ci sono state tramandate sotto l'influenza di una scolastica di altri tempi, ma noi non diamo nè dobbiamo dare ad esse che il valore della definizione di un certo fenomeno, astraendo da qualsiasi concetto di materialità che quelle parole potrebbero suscitare. Inoltre, queste non sono le sole esperienze da cui *necessariamente* si debba partire per giungere a stabilire una teoria; sono semplicemente le più convenienti allo sviluppo di una certa serie di teoremi, ed alla soluzione di certi problemi, anche perchè nella storia si sono presentate per le prime: noi avremmo potuto assumere indifferentemente per punto di partenza altri fatti fondamentali da questi diversi. Così da queste leggi si deduce la necessità dell'induzione elettrostatica, si definisce il potenziale elettrico e la capacità di un corpo per rispetto ad un sistema, si calcola l'energia di un sistema di corpi, ecc.

Ciò posto, vediamo come la ipotesi dei due fluidi spieghi i fatti fondamentali che abbiamo stabilito.

L'elettricità positiva o negativa è un fluido invisibile incoercibile, imponderabile (non soggetto alle azioni di gravità). Questi due fluidi hanno proprietà perfettamente analoghe, tranne per ciò che riguarda le loro mutue azioni. La somma algebrica totale dei fluidi esistenti è nulla, cioè esiste tanta elettricità positiva quanta negativa. Essi in ogni corpo allo stato naturale vengono contenuti in ugual quantità.

Delle azioni meccaniche od elettriche esterne al corpo possono aver per effetto la separazione di questi due fluidi, cosicchè mentre prima essi erano riuniti e non avevano azione esterna apparente, ora separati, manifestano le azioni peculiari che ad essi fluidi competono.

Una prima proprietà riguarda i corpi in cui questi fluidi sono contenuti, cosicchè i corpi stessi possono essere divisi in coibenti e conduttori. I primi sono opachi al passaggio dell'elettricità, i secondi trasparenti. Una volta separati questi fluidi con un mezzo qualunque, essi hanno la proprietà di esercitare fra loro delle forze ponderomotrici, secondo la legge di Coulomb, precisamente come due massi materiali qualunque, astrazione fatta dall'intensità e dal segno, che caratterizzano le due specie di elettricità.

L'elettricità quindi viene assimilata ad un qualche cosa di materiale, di analogo alle masse che ordinariamente ci cadono sotto i sensi. Particolarità di queste masse elettriche sarebbe la invisibilità e la impon-

derabilità, mentre ad esse competerebbero le altre proprietà che abbiamo ricordato.

Infine tutto ciò che si è detto vale solo nel caso del fluido in equilibrio: non è lecito asserire che debbano essere verificate dall'esperienza le deduzioni che si potrebbero trarre dalla considerazione di questi fluidi in movimento, partendo dai soli principii più sopra enunciati.

Questa ipotesi sulla natura dell'elettricità spiegava quasi tutti i fenomeni conosciuti dall'*elettrostatica*, ma due fatti riuscivano inconcepibili, la velocità di propagazione di queste azioni dimostrata sperimentalmente finita, per quanto grandissima, e l'importanza capitale che aveva il mezzo interposto (il dielettrico) nelle azioni stesse.

Difatti, se la forza attrattiva fra due masse elettriche dipende esclusivamente da proprietà peculiari di queste masse, non si comprende perchè facendo variare la sostanza interposta fra esse vari la forza che si esercita fra loro.

- Inoltre immaginiamo di avere due punti A e B ad una tale distanza che l'azione di uno sull'altro impieghi, per es., 10 secondi a trasmettersi. Carichiamoli nello stesso istante, ed un secondo dopo scarichiamo uno dei due. Ora la massa agente avrà cessato di esistere, l'azione dovuta ad essa non ha potuto propagarsi fino all'altra. Nei nove secondi che rimangono, prima che il punto elettrizzato rimasto risenta l'azione dovuta all'altro che ha cessato di esistere, che ne è di questa azione vagante nello spazio? dove risiede? come possiamo concepire che un'azione dovuta ad una proprietà speciale di un certo ente, possa permanere anche quando questo ente ha cessato di esistere?

Faraday che per primo avvisò questa quistione, ne diede una spiegazione, ma solo ammettendo una nuova ipotesi sulla costituzione del dielettrico. Egli non ammise che i fluidi elettrici agissero a distanza. Immaginò il dielettrico costituito da altrettanti corpicini conduttori annegati in un mezzo assolutamente coibente. Allorquando in questo spazio si porta un corpo elettrizzato, esso agisce per induzione sui corpi vicini, e questi sui seguenti. In tal modo tutti i corpicini si elettrizzano e si orientano, e così per successive influenze le azioni elettriche si trasmettono attraverso il dielettrico.

- Tale supposizione spiega quindi il funzionamento del dielettrico, ma introduce una seconda ipotesi sulla sua costituzione.

- Tutto ciò però non ha che il valore di una ipotesi, nessun fatto speciale ci autorizza a dire che l'elettricità sia realmente un fluido, nessun fatto che il dielettrico sia costituito realmente come lo immaginava Faraday. Dobbiamo dire invece che tutto avviene come se così fosse.

Partiamo ora da un'altra esperienza.

Supponiamo di avere una bolla di sapone e di elettrizzarla: la bolla si deforma e si gonfia. Possiamo molto facilmente spiegarci il fenomeno colla ipotesi già fatta. Ogni porzione di superficie della bolla è carica di una certa quantità di elettricità dello stesso nome di quella che carica tutte le altre parti della sfera. Le parti rimanenti eserciteranno una forza repulsiva sull'elemento considerato, il quale, se come nel caso della bolla, è debolmente legato al rimanente del corpo, tenderà ad essere lanciato lontano, e si produrrà quindi una deformazione nella bolla stessa.

Orbene questo fenomeno può essere spiegato in modo diverso. Un fatto analogo avverrebbe se la bolla si trovasse attaccata per mezzo di tanti fili elastici al mezzo che la circonda. Allo stato neutro questi fili non hanno alcuna tensione: caricare il corpo equivale a tendere questi fili che di conseguenza esercitano delle tensioni sulle superficie elettrizzate.

Noi quindi per lo studio di questi fenomeni, possiamo pensare di abbandonare il concetto di masse elettriche agenti a distanza, e sostituire quello delle tensioni subite dai fili elastici che vogliamo ammettere esistenti nel dielettrico. Però giova subito premettere che il meccanismo con cui queste deformazioni elastiche avvengono, è ben diverso da quello degli ordinari corpi elastici.

Noi ammettiamo allora, poichè i fenomeni elettrici avvengono anche nel vuoto, che tutto lo spazio che ci circonda sia interamente riempito di un mezzo, un fluido speciale, non soggetto alle azioni della gravità, invisibile, e perfettamente *incomprensibile*. Noi chiamiamo questo fluido colla parola etere. In mezzo a questo fluido così nel vuoto come nei corpi dielettrici, supponiamo tese delle membrane elastiche, le quali sono in parte cedevoli, ma oppongono delle reazioni elastiche a questo fluido, in modo da opporsi allo spostamento di esso. Nell'interno dei conduttori tali membrane non esistono, cioè essi permettono lo spostamento dell'etere in qualunque direzione senza che si producano reazioni elastiche.

Allorchè un punto si carica di elettricità, diciamo, per es., positiva, noi ammettiamo che avvenga uno spostamento del fluido nel senso dei raggi che vanno al punto. Se descriviamo una sfera (fig. 1) intorno a questo, attraverso la sfera passerà una certa quantità di etere che viene sottratto dai conduttori posti tutto all'intorno. Per effetto di questo spostamento longitudinale del fluido si devono ottenere due specie di reazioni elastiche: una secondo i raggi che agiscono quasi fossero fili elastici che hanno ricevuto una tensione, una lungo le

direzioni normali ai raggi stessi, in modo tale che essi raggi tendano a respingersi.

Nel caso della carica negativa si ha lo stesso fenomeno, solo lo spostamento del fluido è diretto in senso opposto.

Si capisce subito per l'analogia che ha questo fenomeno con quello

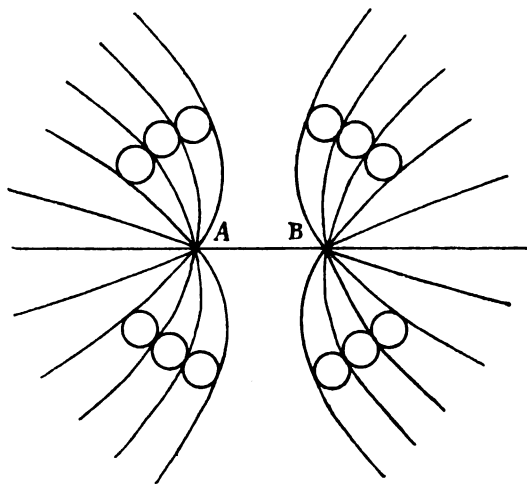


Fig. 1.

del moto dei fluidi incompressibili, che se avviene attraverso ad una superficie uno spostamento di una certa quantità di fluido, in una certa direzione, per rispetto ad altre superficie conduttrici comunque distribuite, dovrà avvenire uno spostamento della stessa quantità di fluido in senso opposto, locchè dimostrerebbe il fatto che alla produzione di una quantità di elettricità positiva corrisponde sempre la produzione di altrettanta elettricità negativa.

Noi fissiamo la nostra attenzione sopra i conduttori, perchè essi hanno la proprietà di lasciar passare questo fluido senza opporre reazioni elastiche, e perciò in essi deve considerarsi il principio e la fine di ogni spostamento.

I conduttori adunque carichi di elettricità di nome contrario, sarebbero legati tra loro dai fili elastici (linee di forza) che hanno subito una tensione; nelle superficie a queste normali (superficie equipotenziali) si ha una compressione, cosicchè, mentre le linee di forza tenderanno ad accorciarsi, le superficie equipotenziali invece tenderanno a dilatarsi.

Il modello disegnato (fig. 2) spiega il funzionamento delle reazioni elastiche che avvengono nell'etere. Il punto A è il conduttore, B e C sono pure conduttori fissi. Diamo uno spostamento al punto A nel senso di allontanarlo da B e C (il che corrisponde ad uno spostamento del fluido nella stessa direzione), cioè carichiamo A. In tal caso i fili elastici AB, AC vengono tesi, le molle OO compresse, sicchè A verrà sollecitato dalla tensione dei fili e dalla compressione delle molle, in modo che queste due azioni tendano a sommarsi. Ma siccome dobbiamo considerare dei punti fissi come B e C tutto all'intorno di A, il punto sarà sollecitato dalle forze ugualmente in tutte le direzioni, e non avrà tendenza a muoversi (1).

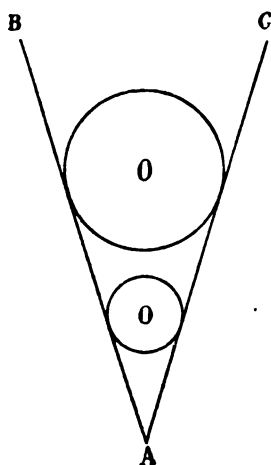


Fig. 2.

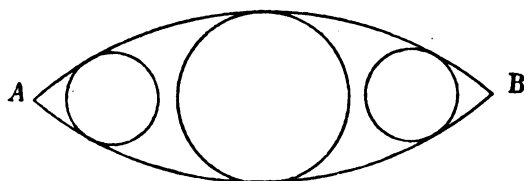


Fig. 3.

Il modello (fig. 3) spiega le attrazioni fra due punti A e B carichi, di nome contrario. Allontanare A e B equivale a caricarli di elettricità di nome contrario, e si vede subito, come i fili e le molle ricevano tali deformazioni da tendere ad avvicinare i due punti.

Nelle repulsioni invece dobbiamo considerare la cosa diversamente. Le linee di forza devono andare da punti carichi di elettricità positiva a punti carichi di elettricità negativa, cosicchè esse non potranno partire da A per andare in B, ma così quelle che partono da A, come quelle che partono da B, dovranno inflettersi per andare a cercare le cariche negative corrispondenti tutto all'intorno. Ne risulterà che esse dovranno seguire una via come quella segnata dalla figura 3, e si ca-

(1) Questi modelli meccanici mi furono cortesemente suggeriti dal prof. Ascoli.

pisce da essa come anche in questo caso i due sistemi di azioni si sommino ed i punti tendano a respingersi.

Dobbiamo osservare però che è impossibile per noi concepire contemporaneamente queste due reazioni in un mezzo elastico di quelli materiali che conosciamo. Un esempio ce lo dimostra subito. Se noi facciamo dilatare in un modo qualunque una palla elastica, dopo lo spostamento della materia nella direzione dei raggi che partono dal centro, questi raggi tenderanno ad accorciarsi, ma le superficie sferiche normali ad essi tenderanno pur esse a *restringersi* e non a dilatarsi, come abbiamo visto dover succedere negli esempi precedenti. Anzi il prof. Beltrami ha potuto dimostrare matematicamente che un sistema di pressioni e tensioni tale da produrre degli spostamenti analoghi a quelli che si producono per effetto delle cariche elettriche, non può essere prodotto in nessuno dei corpi elastici isotropi che noi conosciamo, ed è per questo che noi, per dare un modello meccanico di queste azioni, abbiamo dovuto ricorrere ai due sistemi di fili e di molle.

È lecito ammettere ciò solo nel caso particolare di un condensatore formato da due armature piane e parallele infinitamente grandi.

La figura 4 dà il modello meccanico del condensatore immagi-

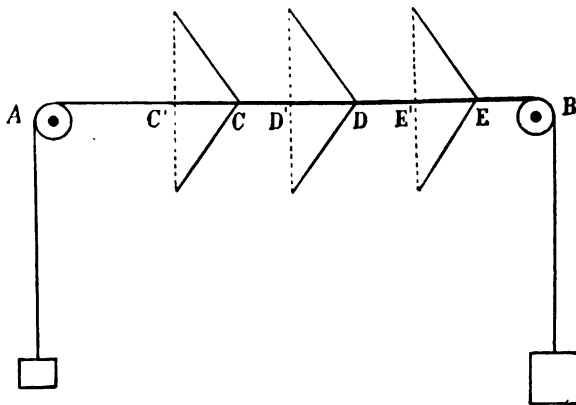


Fig. 4.

nato dal Lodge. Un condensatore, come è noto, è composto da due armature metalliche separate da un dielettrico, e cariche l'una di elettricità positiva, l'altra di un'eguale quantità di elettricità negativa, cosicchè esse tendono ad attrarsi. Intorno alle due puleggie A e B (che supponiamo ci rappresentino l'unità di superficie delle due armature)

scorre una corda, l'etere, il fluido invisibile ed incompressibile. Essa è unita per i punti C' D' E' ai fili elastici, che ci rappresentano le reazioni che oppone il dielettrico, reazioni diverse, a seconda della natura del dielettrico stesso.

Carico il condensatore. Ciò equivale a produrre una deformazione di questi legami elastici; essi si allungano fino ad una posizione di equilibrio. La maggior parte di corda $C' C$ esistente dalla parte di A ci rappresenta la carica positiva di A ; la minore $E' E = C' C$ la carica negativa di B . Il condensatore è carico; esso rappresenta un serbatoio di energia.

Rimane ancora a vedere la legge quantitativa, da cui, secondo la nuova ipotesi, si può partire per dimostrare i teoremi dell'elettrostatica. Possiamo considerare l'espressione analitica dell'energia che viene immagazzinata in un elemento di volume del dielettrico nel caso che esso subisca le deformazioni elastiche suddette.

Essa, se veramente si avessero quelle deformazioni elastiche, sarebbe espressa da $\frac{1}{2} b f$, in cui b è lo spostamento che subisce il punto considerato nella direzione della forza, f il valore della forza stessa. Applichiamo la stessa formula al caso del dielettrico, dando dei convenienti significati a queste due quantità, e per semplicità esaminiamo il caso del nostro condensatore. Allora ammettiamo che la forza f sia la forza elettrica costante, secondo l'antico modo di vedere, e lo spostamento b sia misurato dal segmento $C C'$. Ma questo segmento può essere misurato dalla quantità di fune che è passata per la puleggia, cioè, come abbiamo detto, dalla carica elettrica esistente sopra una superficie unitaria (spostamento elettrico). Or bene, se noi ammettiamo che l'energia che possiede un elemento di volume del dielettrico sia data dall'espressione suddetta, si può dimostrare che la legge di Coulomb *deve* essere verificata; quindi è lecito partire da questa espressione per la trattazione analitica dei problemi dell'elettrostatica.

Queste in breve le idee fondamentali dell'ipotesi di Maxwell, la quale però, è bene il notarlo, non deve essere considerata che come un'altra veste degli stessi fenomeni, dappoichè sarebbe lecito esporre la teoria dell'elettrostatica secondo le nuove idee, indipendentemente dall'ipotesi dell'esistenza o meno dell'etere, e dalla natura delle reazioni elastiche. Come la legge di Coulomb ci serviva a definire la massa elettrica, così l'espressione più sopra ricordata ci servirebbe a definire lo spostamento elettrico.

La nuova ipotesi però, al contrario dell'altra dei due fluidi, spiega l'ufficio del dielettrico indipendentemente dalla sua intima struttura, ed elimina la grave quistione della velocità di propagazione, dappoichè

si ammette con questa che il dielettrico stesso sia sede dell'energia che si propaga.

Già quindi questi fenomeni dell'elettrostatica ci danno il diritto di asserire che delle due ipotesi enunciate (dei due fluidi o di Maxwell), la seconda si presenta con maggiore probabilità. Se il tempo ci permettesse di trattare secondo lo stesso ordine d'idee tutti i fenomeni delle correnti elettriche, del magnetismo ed elettromagnetismo, che per il principio di equivalenza di ampère si sono ridotti a fenomeni elettrici, tutti i fenomeni delle oscillazioni elettriche e luminose, noi troveremmo che la semplice ipotesi dell'etere ci permette di spiegarli tutti perfettamente bene, mentre se si dovessero spiegare altrimenti, al concetto di masse elettriche dovremmo aggiungere quello di masse magnetiche, dovremmo ammettere delle azioni reciproche fra questi quattro diversi fluidi, ed infine non si potrebbero comprendere secondo un'unica concezione i fenomeni luminosi ed i fenomeni elettrici.

Infine, un'altra grave quistione viene eliminata con questa nuova ipotesi, la quistione delle azioni a distanza.

Quando noi osserviamo un fenomeno qualunque meccanico, che è quello che a noi ci si presenta più facile per la comprensione, ed a cui cerchiamo sempre ridurci, quando vogliamo cercare la spiegazione di altri fenomeni, quando dunque osserviamo un corpo che si mette in moto per una causa esterna (tranne che per la gravità) od i fenomeni del suono, noi vediamo sempre che la causa materiale che produce il moto è sempre *vicina*.

È per noi impossibile concepire certi fenomeni, la gravità, ad esempio, come azioni a distanza; non possiamo concepire cioè come un corpo abbia la virtù speciale di poter agire sopra un altro corpo senza bisogno di alcun intermediario. L'ammettere dunque il fluido etereo, significa aver eliminato questa quistione; le azioni elettriche si propagano in seno al fluido e quindi *mediatamente*.

Infine, se ci domandassimo come è perchè noi non possiamo isolare, considerare separatamente questo mezzo, questo fluido incompressibile che riempie tutto lo spazio che ci circonda, noi potremmo ripetere il paragone del Lodge, cioè noi dovremmo considerarci come pesci viventi in fondo al mare, e che ci domandassimo la maniera con cui si potrebbe constatare la presenza dell'acqua marina.

Non certo per il suo peso, perchè noi non possiamo isolarne una parte per pesarla; noi possiamo, è vero, pesare l'aria, ma è unicamente perchè possiamo comprimerla e dilatarla. Una pompa qualunque a vuoto o di compressione è necessaria, perchè noi possiamo giudicare del peso dell'aria o della sua pressione. Se l'aria fosse stata un

fluido incompressibile senza spazi vuoti, le pompe non avrebbero potuto servire a questo scopo, e noi saremmo completamente ignoranti del peso e della pressione dell'atmosfera.

Però noi avremmo potuto averne conoscenza in soli quattro modi:

1° Facendo spostare questo liquido contro delle membrane elastiche ed osservando i fenomeni di tensione che presentano queste membrane; a questo caso corrispondono i fenomeni di elettrostatica che abbiamo considerato;

2° Producendo delle correnti ed osservando gli effetti prodotti dal movimento del fluido, quando circola nei tubi ed attraverso corpi porosi: i fenomeni delle correnti elettriche;

3° Eccitando dei vortici in questo fluido e studiando le azioni reciproche di essi: i fenomeni magnetici ed elettromagnetici;

4° Infine, producendo movimenti ondulatori nel mezzo: oscillazioni elettriche e luminose.

In questi modi, che corrispondono alle quattro specie di fenomeni elettrici che generalmente si considerano, noi potremmo dunque osservare la presenza di un fluido incompressibile che riempisse tutto lo spazio nel quale fossimo immersi; quindi appare naturale la concezione dell'etere anche per ciò che riguarda il modo con cui noi possiamo avvertirne la presenza.

Da tutto ciò che si è detto è lecito trarne una conclusione rigorosa: ciò che noi ora chiamiamo elettricità, deve essere considerato come un *quid* e non come una forma di energia. L'elettricità, passando da un potenziale ad un altro, può acquistare un'energia potenziale, che restituisce nei diversi casi sotto tutte le forme che conosciamo; essa deve quindi essere paragonata all'acqua, che, cadendo dall'alto, ci produce un lavoro, e non ad una forma del lavoro stesso.

Allorquando un filo percosso dall'elettricità si scalda, non è l'elettricità che si trasforma in calore, ma è l'energia potenziale di essa che si trasforma in energia calorifica, mentre la quantità di elettricità rimane inalterata e *indistrutta*.

Del resto anche ciò è per convenzione, poichè abbiamo convenuto di chiamare elettricità quella definita dalla legge di Coulomb. Se per un caso storico il termometro di Riess (1837) fosse stato inventato prima della legge di Coulomb (1785), cosa logicamente possibile, si sarebbe *forse* convenuto di chiamare elettricità quella misurata dal calore svolto nel termometro di Riess, invece di quella definita dalla formula Newtoniana, ed allora essa sarebbe stata equivalente ad una energia.

È dunque reale il mistero che si vuole circondi l'elettricità? È chiaro

che no. La misteriosità di questo agente per lo meno non è superiore a quella di qualunque altro fenomeno naturale che noi ci facciamo a considerare, anzi vorrei quasi dire che è inferiore a quella dei fenomeni più semplici e più comuni che ci cadono sott'occhio.

Noi conosciamo di essa fenomeni e leggi importantissimi ed in grande numero; noi conosciamo leggi che le legano ad altri fenomeni naturali, ne abbiamo tratto applicazioni meravigliose, che vanno sempre più crescendo in numero ed importanza, e di più abbiamo potuto formulare un'ipotesi che non solo spiega meravigliosamente bene tutti i fatti ed i fenomeni conosciuti, ma che ha saputo collegare in un insieme armonico anche quelli che sembravano più lontani da essa, la luce ed il magnetismo; abbiamo un'ipotesi che, per la maniera semplice con cui determina il meccanismo dei fatti, la rendono altamente probabile.

Se noi prendiamo un altro fenomeno naturale il più semplice ed il più comune, il grave che cade, e cerchiamo di analizzarlo, vediamo che vi ha in esso un mistero ben più forte di quello che non circonda l'elettricità. Noi conosciamo le leggi che regolano la caduta dei gravi, ma allorquando cerchiamo un'ipotesi che spieghi il fenomeno, dobbiamo rimanere ancora all'ipotesi delle azioni a distanza, o per lo meno, se si è tentato di costruirne una per ridurla ad azioni di vicinanza, alle deformazioni di un certo mezzo, di un certo etere, si è visto che le proprietà di questo sono completamente diverse da quelle dell'etere che produce i fenomeni elettrici e luminosi; e di più noi non sappiamo nemmeno se queste azioni impieghino un tempo finito a propagarsi.

Si sono fatti dei calcoli sulle perturbazioni che questa velocità di propagazione dovrebbe produrre nel moto della Terra e di Mercurio, e si è potuto stabilire che se questa velocità è finita, deve almeno essere 12 milioni di volte superiore a quella della luce; conosciamo quindi di questa velocità appena e malamente un limite inferiore. Si vede dunque come per la gravità stessa, che ordinariamente si pensa un fenomeno più chiaro, non vi ha mistero inferiore a quello dell'elettricità.

Ed infine, vogliamo ancora domandarci se questo continuo affannarsi di fisici e di filosofi alla ricerca dell'ipotesi prima che spieghi tutta una serie di fenomeni, che raggruppi fatti che a prima vista sembrano i più disparati, sia una cosa necessaria o per lo meno utile. Potrebbe sembrare apparentemente un ritorno all'antica scolastica, che pretendeva spiegare tutti i fenomeni conosciuti partendo da ipotesi fondate su basi completamente arbitrarie.

Ma così non è: lo scopo odierno dell'ipotesi è bensì quello che aveva

in antico, ma i risultati sono ben diversi, perchè molto diverse sono le basi su cui essa si fonda. Essa poggia ora non sopra idee puramente astratte, ma viene dedotta dall'esperienza, e come metodo essa ha l'ausilio prezioso e poderoso della matematica; di più nello spirito moderno non si dà ad essa un'importanza maggiore di quella che abbia realmente, mentre, d'altra parte, serve mirabilmente ad aiutare la ricerca, perchè sovente questa ricerca, sia analitica che sperimentale, viene grandemente sollecitata per confermare od infirmare un'ipotesi esistente.

A questo proposito possiamo quindi concludere e dire che allorchando un semplice fatto infirma un'ipotesi che sembra già fondata sopra basi incrollabili, essa viene lasciata con completa indifferenza; ma bisogna riconoscere che la vecchia ipotesi, per quanto riconosciuta non vera, non deve essere rilegata con disprezzo fra gli oggetti fuori d'uso. Dobbiamo ricordare che essa, come simbolo di una tendenza umana a ricercare la causa ulteriore dei fenomeni, come aiuto ed eccitamento poderoso alla ricerca, come rappresentante la sintesi di un complesso di fenomeni scoperti in un certo periodo di tempo, sta come la pietra miliare del cammino percorso dalla conoscenza dell'uomo.

N. 22.

12 e 19 Maggio 1901. — *Ing.* GIOVANNI GIORGI.

LE DINAMO DALLE ORIGINI AD OGGI

(Con 2 figure).

1. — PARTE PRELIMINARE.

Oggetto di questo riassunto non è precisamente la storia delle dinamo, ma piuttosto la loro descrizione e teoria esposte in ordine storico.

Senza dubbio, per trattare delle dinamo, l'ordine più razionale è sempre quello sistematico. Ma sarebbe un errore trascurare interamente lo studio storico; e non solo per memoria del lavoro dei nostri antecessori, ma perchè la critica dei tentativi passati rende ragione dei sistemi moderni, ed è guida e lume per coloro che aspirano a perfezionamenti nuovi. Nè da uno studio sistematico si può scindere interamente la descrizione dei tipi primitivi e più semplici.

Mi propongo ora di riassumere, in forma elementare e per sommi capi, il progresso nella industria delle dinamo, dalle invenzioni in poi, e lo stato di essa ai giorni nostri.

Dovrò, per la brevità e la chiarezza, lasciare qualche volta in seconda linea la esattezza scientifica o storica. Anzichè ricordare tutti i principali tipi di dinamo costrutti in passato, mi fermerò su quelli che possono formare una catena seguita fino alle macchine moderne. E mi restringerò quasi esclusivamente alle *dinamo a correnti continue*.

Definizione di dinamo. — Col nome di macchina *dinamoelettrica* o semplicemente *dinamo* s'intende una macchina capace di trasformare la *potenza meccanica* di un movimento nella *potenza elettrica* di una corrente, o reciprocamente, la seconda nella prima.

Nel primo caso, la macchina serve a ottenere e mantenere una corrente elettrica, per mezzo di un motore meccanico, e prende il nome di *generatrice*.

Nel secondo caso, la macchina serve a ottenere e mantenere un movimento meccanico, usufruendo di una corrente elettrica, e prende allora il nome di *ricettrice* o *motore elettrico* (1).

Reversibilità delle dinamo. — Come ho accennato nella definizione, ogni dinamo è *reversibile*, cioè può funzionare tanto come generatrice quanto come ricettrice, salvo, nel fatto, a tener conto delle limitazioni speciali che possono essere imposte dalla eccitazione, e che riguardano specialmente le correnti alternanti.

Scoperte di Faraday. — Si può dire che dall'invenzione di Volta fino al 1830, l'unico mezzo conosciuto e applicabile per generare correnti elettriche era la pila.

Chi realizzò il primo esempio di produzione elettrodinamica della corrente, fu *Michele Faraday*, un grande a cui tanto è debitrice la odierna scienza pura, quanto lo sono le sue applicazioni.

Faraday dimostrò che pel movimento di conduttori nei campi magnetici, dovuti a correnti elettriche o corpi magnetizzati, vengono indotte forze elettromotrici nei conduttori medesimi.

E questo il *principio dell'induzione elettrodinamica*, sul quale sono fondate tutte le macchine dinamoelétriche.

Le seguenti sono, fra le esperienze di Faraday, quelle che hanno servito di base alle prime dinamo.

Esperienze fondamentali. — Abbiassi un *solenoid*e, e nella sua anima si introduca e si tolga una verga di acciaio magnetizzata. Si otterrà

(1) La denominazione di *elettromotore* dovrebbe essere riservata alle generatrici, e non ai motori.

una corrente indotta all'atto dell'avvicinamento, una di senso contrario all'atto dell'allontanamento, nessuna corrente in tutte le posizioni di riposo.

Lo stesso effetto si produce, allorchè invece di avvicinare e allontanare un magnete permanente, si mantiene fisso nel solenoide un *nucleo* di ferro dolce, e si magnetizza e smagnetizza questo, accostando e allontanando a una sua estremità un polo di un magnete permanente. E dai due poli del magnete si ottengono correnti di senso opposto.

Un effetto, non doppio, ma di gran lunga più intenso, si ottiene se i due poli del magnete vengono contemporaneamente avvicinati alle due estremità del nucleo. Per far ciò, conviene dare al solenoide (o elettromagnete) una forma a ferro di cavallo, con due bobine avvolte sulle branche del nucleo; e la stessa forma dare al magnete induttore.

Allora, allontanando il magnete dal nucleo, viene indotta una corrente elettrica momentanea, che può essere seguita, o per dir meglio prolungata in un'altra dello stesso senso se torniamo ad accostare il magnete in posizione invertita. Allontanando di nuovo e invertendo la posizione, seguirà un'altra corrente di senso opposto. Il movimento può essere continuato, se si fa ruotare il magnete attorno a un asse; e nell'elettromagnete si raccolgono allora tante successive correnti di senso opposto, cioè, come dicesi, una *corrente alternante*.

Le esperienze di Faraday datano dal 1830-1831; da esse alla costruzione della prima dinamo non vi era che un passo.

2. — DA FARADAY A PACINOTTI.

Macchina P. M. — Sembra che il primo tentativo di una macchina d'induzione destinata a produrre correnti elettriche devasi a un anonimo. Questi il 26 luglio 1832 indirizzava a Faraday una lettera firmata con le iniziali P. M., e contenente la descrizione di una macchina che aveva servito al suo autore per l'elettrolisi dell'acqua.

Questa lettera fu pubblicata da Faraday, ma l'autore anonimo non credette farsi conoscere, nè dare altre notizie sul suo apparecchio.

Macchine Faraday. — Faraday stesso successivamente suggerì alcuni dispositivi sperimentali, consistenti nella rotazione di un disco di rame fra i poli di un magnete, e simili; questi rientrerebbero nella categoria delle dinamo unipolari, e per mezzo di essi si generava infatti in modo continuo una corrente d'intensità debolissima.

Macchina Nobili. — Nobili nel 1832, a Firenze, costruì un apparecchio, che denominò *calamita scintillante*, e con cui ottenne per la prima volta la scintilla per effetto d'induzione.

Macchina Pixii. — Pochi mesi dopo, e precisamente nel settembre 1832, *Pixii* realizzò la prima macchina pratica per la produzione della corrente elettrica mediante rotazione continua.

Egli dispose l'elettromagnete a ferro di cavallo verticalmente, e con i poli diretti verso il basso; al disotto di esso, pure verticalmente, ma rivolto in senso opposto, era disposto un robusto fascio di magneti permanenti, a ferro di cavallo.

Pixii teneva fermo l'elettromagnete o *indotto*, e faceva ruotare il fascio magnetico, o *induttore*, attorno al proprio asse verticale.

Da questo apparecchio si potevano ricavare correnti elettriche di intensità sufficiente per riprodurre in laboratorio alcune delle esperienze che già si eseguivano con le pile.

Macchine Saxton. — Appena conosciuta la macchina *Pixii*, gli inventori si applicarono per cercare di aumentarne la potenza. Per ciò ottenere, era necessario anzitutto accrescere la velocità di rotazione. Ora, nella disposizione di *Pixii*, l'ostacolo stava nel peso del fascio magnetico che bisognava mettere in movimento.

Saxton lo superò fissando il fascio magnetico, e facendo ruotare l'elettromagnete indotto.

Anche nella macchina *Saxton*, l'induttore e l'indotto erano a poli contrapposti, ma l'asse comune era orizzontale, anzichè verticale.

Siccome l'avvolgimento era portato dalla parte ruotante, fu necessario, per raccogliere le correnti, applicare un *collettore*. Questo consisteva in due anelli metallici isolati e calettati sull'asse di rotazione, e sui quali appoggiavano due spazzole di rame.

Macchina Clarke. — Nel 1835, *Clarke* sostituì vantaggiosamente queste macchine con altra fondata sullo stesso principio, e che si diffuse rapidamente in tutti i laboratori.

Egli dispose verticalmente il fascio induttore, e orizzontalmente l'asse di rotazione dell'indotto.

Per mezzo di un collettore a due anelli metallici, si raccoglievano, come nella macchina *Saxton*, correnti alternanti. Ora, per alcuni scopi, le correnti alternanti sono inapplicabili. *Clarke*, per suggerimento di *Ampère*, dotò la macchina di un secondo collettore, o per dir meglio, di un *commutatore*, capace di fornire *correnti raddrizzate*. Il commutatore consisteva in due semi-anelli contrapposti, col piano di separazione reciproco orientato in guisa che i contatti fra le spazzole e i semi-anelli si invertissero al momento preciso che la corrente cambiava segno.

Oltre a questi due collettori, la macchina *Clarke* ne portava generalmente un terzo più complicato, destinato a raccogliere correnti interrotte, a scopo fisiologico.

Ampère investigò anche la questione dell'influenza del *diametro del filo d'avvolgimento*; e dalle sue ricerche risultò che dalla lunghezza del filo dipendeva la f. e. m., e dalla sezione l'intensità di corrente.

Clarke adattò quindi alla macchina due avvolgimenti permutabili a volontà: uno con filo grosso e corto ($d = 1,3$ mm.; $L = 37$ m.) per gli effetti che richiedevano grande intensità; uno con filo fine e lungo ($d = 0,25$ mm.; $L = 1370$ m.) per quelli così detti di tensione, quali i fisiologici.

Così corredata, la macchina Clarke si prestava alle più svariate esperienze di laboratorio, non escluse quelle elettrochimiche ed elettrocalorifiche. La scossa che dava era così sensibile che, preso un manubrio in mano, non si poteva più lasciare. Se ne ricavano anche scintille pari a quelle di un rocchetto di Rumkorff di piccola grandezza.

E specialmente in sostituzione del rocchetto di Rumkorff, la macchina Clarke fu a lungo usata nei laboratori di fisica.

Macchina Gaiffe. — Prende il nome di *Gaiffe* un modello della macchina Clarke, in cui il magnete induttore è orizzontale, e tutto l'apparecchio è racchiuso in una scatoletta portatile. Il favore incontrato da questo apparecchio, che vediamo ancora oggidi usato in elettroterapia, deve senza dubbio alla sua semplicità.

Macchina Stoehrer. — Fu osservato che la potenza di una macchina magneto-elettrica deve crescere in ragione del numero dei magneti, di quello delle bobine, della velocità di rotazione e della lunghezza del filo, e che, disponendo opportunamente di questi fattori, sarebbe stato possibile raggiungere le potenze più considerevoli fino allora ottenute con batterie di pile.

Questo ragionamento condusse lo *Stoehrer*, costruttore a Lipsia, a comporre una macchina a *sei poli*, in cui a corona intorno a un asse verticale erano disposti, inferiormente, tre fasci magnetici, coi poli rivolti verso l'alto, e superiormente, sei bobine, coi poli rivolti verso il basso, e i nuclei assicurati superiormente a un grosso disco di ferro girevole attorno all'asse della macchina.

Le correnti erano raccolte da un commutatore raddrizzatore, come quello di Ampère.

Questa macchina era ancora mossa a mano; pure, per le sue dimensioni e la molteplicità dei poli, si può ritenere che segni il passaggio alle macchine più grandi, destinate ad applicazioni industriali.

Macchina Nollet. — I risultati ottenuti con la macchina di Stoehrer furono così soddisfacenti che incoraggiarono tentativi di maggiore importanza.

Il Nollet, professore di fisica alla Scuola di Guerra di Bruxelles, progettò una grandiosa macchina, che non era se non quella di Clarke, letteralmente moltiplicata.

In luogo di uno, erano *16 fasci magnetici* disposti in corona, coi poli prospicienti *radialmente* verso il centro, e la macchina comprendeva *tre* di queste corone, disposte *parallelamente* fra loro, e quindi in tutto *48 fasci magnetici*.

Gl'intervalli fra le corone di magneti erano occupati da due corone di 16 bobine ciascuna, coi nuclei assiali e aventi i poli affacciati lateralmente ai poli, di segno opposto, dei magneti appartenenti alle successive corone.

Il Nollet si era proposto di applicare la sua macchina industrialmente per l'elettrolisi dell'acqua, e utilizzare il gas idrogeno per l'illuminazione delle città.

Come era prevedibile, lo strano progetto non riuscì, e il Nollet se ne afflisce a tal segno che ne morì di dolore. Si era allora nell'anno 1850.

Macchine dell'Alliance. — Van Malderen, ingegnere della Società Belga *L'Alliance*, fu il depositario del progetto di Nollet. Egli vi apportò ulteriori perfezionamenti; e la macchina da lui costruita si chiamò *macchina dell'Alliance*, e conosciuta sotto questo nome, per molto tempo fu una macchina prediletta per la *illuminazione elettrica dei fari*.

La Compagnia *L'Alliance*, rimasta proprietaria dei brevetti per la Francia e pel Belgio, ne esercitò a lungo la fabbricazione, in scala industriale, e con non indifferente successo.

Ne costruì vari tipi, tutti secondo un identico sistema, e differenti solo nel numero dei magneti e delle bobine.

Il modello più grande aveva *24 fasci magnetici* induttori, disposti in *3 corone*; ogni fascio pesava *20 kg.* e si componeva di *6 lamine* di acciaio, separatamente magnetizzate a saturazione. Sull'asse di rotazione erano fissati *6 dischi* di bronzo, che portavano in tutto *96 rocchetti*; ogni rocchetto era lungo *100 mm.*, avvolto con *130 m.* di filo di rame, dello spessore di *1 mm.*, isolato con cotone imbevuto nel catrame di Giudea. Compiendo *400 giri* al minuto primo, la macchina assorbiva una forza motrice di *8 Hp.* e poteva alimentare un arco voltaico di *1400 candele*.

Nel raddrizzare correnti di così grande intensità come quelle fornite da queste macchine, il Nollet aveva incontrato un serio ostacolo nelle scintille al commutatore. Il Van Malderen dovette quindi abbandonare questo divisamento, e raccogliere dalla macchina solamente correnti alternanti.

La convenienza delle correnti alternanti per le applicazioni pratiche fu in quei tempi molto discussa. Si rifletta che la tecnica delle correnti alternanti è ben più complicata di quella delle correnti continue, e doveva allora presentare difficoltà innumerevoli. Sembra, per esempio, che non si riuscisse ad evitare le oscillazioni della luce: il che rendeva le macchine dell'*Alliance* inadatte all'illuminazione delle sale, pur non presentando inconvenienti per quella dei fari.

Al faro esterno dell'*Havre* erano in funzione quattro macchine *Alliance*, attivate da due motrici di 5 Hp. ciascuna; la luce del faro era visibile fino alla distanza di 50 km. Impianti simili furono eseguiti ai fari di Calais, Kronstadt, Odessa, ecc.

Servigi memorabili resero ancora le macchine dell'*Alliance* a Parigi durante la *guerra del 1870*. Una di esse, impiantata sul Mont-Valérien, e una sul Montmartre, proiettavano ogni notte raggi luminosi sulle operazioni degli assediati.

Critica dei precedenti tipi. — Se le macchine dell'*Alliance* richiamano così speciale ricordo nella storia delle dinamo, è non solo perchè realizzarono veramente il primo passo nell'applicazione delle dinamo alle industrie, ma anche perchè l'esattezza della costruzione, la regolarità e sicurezza del funzionamento meritavano loro per molte applicazioni un favore a lungo conservato. Eppure non andavano disgiunte da inconvenienti notevoli, fra cui il prezzo elevato, imposto dalla difficoltà di ottenere fasci magnetici di grande potenza. Anche il peso ed il volume ne erano molto notevoli, e, paragone fatto con le macchine Clarke, non corrispondevano alle grandi dimensioni. Si può ascrivere questo alle reazioni nocive interne alla macchina, che, moltiplicandosi col numero e la complessità delle parti, rendevano inutile ogni tentativo di ricavare da questi tipi una potenza superiore a un determinato limite.

Indotto Siemens a doppio T (fig. 1). — Il nome di *Werner v. Siemens* appare benemerito sino dal 1857 nella storia delle dinamo per la sua invenzione della *bobina a doppio T*, la quale, sostituita agli elettromagneti diritti che costituivano l'indotto di tutte le macchine precedenti, permetteva facilmente di raggiungere, in un peso e volume limitato, una potenza assai superiore.

Come è noto, questa bobina aveva la forma di un cilindro, col nucleo di ferro scavato lungo due generatrici opposte per far luogo agli avvolgimenti. Il cilindro ruotava attorno al suo asse, interposto fra le faccie polari interne del fascio magnetico induttore.

In questo modo, la potenza magnetica del fascio era utilizzata al suo massimo, mentre minimi erano il peso e il momento meccanico

d'inerzia della massa indotta, e grandemente ridotte le reazioni degli avvolgimenti.

Da principio il nucleo si costruiva massiccio; dopo si costruì lamel-

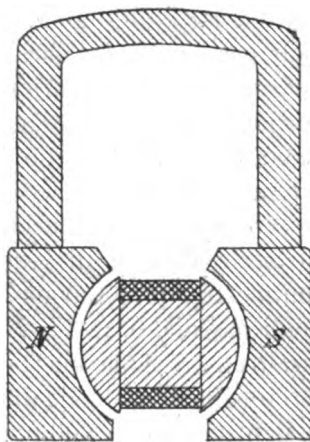


Fig. 1.

lare, per eliminare le correnti parassite (*correnti di Foucault*), le quali aumentano rapidamente con la potenza della macchina. Con questo perfezionamento, la bobina Siemens rimane l'indotto più razionale per una magneto-elettrica bipolare a corrente alternante. Infatti, è sempre adottata in tutti gli apparecchi di segnalazione a mano, come quelli telefonici, e dovrebbe, anche negli apparecchi elettroterapici, essere sostituita ai tipi antiquati di Clarke e di Gaiffe.

Macchina Siemens. — Dalla Casa Siemens ed Halske di Berlino, allora ai primordi, furono costrutti i primi modelli di macchina magnetoelettrica con indotto Siemens, tanto per correnti alternanti quanto per correnti raddrizzate.

Stupirono gli effetti ottenuti da questi generatori, così leggeri e compatti in confronto alle macchinose costruzioni conosciute fino allora. Una macchina Siemens per laboratorio, coi magneti del peso di 10 kg., equivaleva ad una batteria di 7 od 8 pile Bunsen, medio modello, e messa in moto a mano, portava rapidamente all'incandescenza un filo di ferro del diametro di 2/10 di mm. e della lunghezza di 30 mm.

Le macchine della Casa Siemens trovarono presto numerose applicazioni negli apparecchi di segnalazione ferroviaria e consimili.

Macchina duplice Wilde. — Per aumentare la potenza d'una macchina come quelle ora descritte, si deve: 1° aumentare la velocità fino al limite consentito dalla resistenza meccanica dell'indotto; 2° aumentare le dimensioni e la potenza dei magneti induttori.

Questo secondo aumento può farsi senza limite, ma vi si frappongono difficoltà sempre maggiori, perchè la potenza dei grandi magneti non è proporzionale al loro peso.

Ora, con gli *elettromagneti* (o magneti temporanei) ciò non avviene; anzi, nel limite di dimensioni ordinarie, la potenza di un elettromagnete può essere 20 o 25 volte quella di un magnete permanente, avente lo stesso peso.

Guidato da questo concetto, l'inglese *H. Wilde* sostituì al fascio di magneti permanenti della macchina Siemens, un elettromagnete magnetizzato (*eccitato*) da una corrente ausiliaria (*corrente eccitatrice*).

Quest'ultima poteva essere fornita da una pila. Ma per realizzare una macchina di grandi dimensioni e d'eccezionale potenza, egli volle servirsi, come corrente eccitatrice, dell'intera corrente prodotta da una macchina a magneti permanenti, delle maggiori dimensioni praticamente fattibili.

Nel 1866 il Wilde comunicò alla *Royal Society* di Londra la descrizione della sua *macchina duplice*, con la quale era riuscito ad ottenere correnti d'intensità fino allora non mai raggiunte.

Questa macchina consisteva nella riunione di due sovrapposte di disuguale grandezza, entrambe munite dell'indotto Siemens. La superiore, o *eccitatrice*, aveva per induttore un fascio di 16 magneti permanenti; la corrente da essa prodotta veniva lanciata nelle spire d'avvolgimento del grande *elettromagnete* che costituiva il sistema induttore della macchina inferiore. Il fascio induttore dell'eccitatrice aveva in complesso una forza d'attrazione di 160 kg., ma l'elettromagnete della macchina principale raggiungeva l'enorme potenza di 5000 kg.

Per mettere in moto entrambi gli indotti occorreva una motrice a vapore di circa 3 Hp.; ma nonostante le dimensioni non grandi di tutta la macchina, la potenza elettrica ottenuta sorpassava notevolmente anche quella delle più grandi macchine dell'Alliance fino allora costrutte.

Macchina Wilde triplice. — Wilde fece un passo ulteriore. La corrente così intensa, ottenuta con la sua macchina, l'adoperò per eccitare l'elettromagnete di una terza macchina ancora più grande. Nel 1867 egli presentò alla *Burlington House* di Londra la sua *macchina triplice* che fu sperimentata da Sabine e da molti altri, con risultati addirittura sorprendenti.

Questa macchina colpì di meraviglia i contemporanei. Nelle Riviste del tempo abbondano i resoconti delle esperienze di ogni genere che con essa si compievano.

La forza motrice era formata da un motore a vapore di 15 Hp., e l'armatura principale ruotava con la velocità di 1500 giri al minuto. Con la corrente così ottenuta si alimentava un arco voltaico di tale intensità che le luci più vive, in suo confronto, proiettavano ombra sulle pareti. Una verga di ferro, dello spessore di 11 mm. e della lunghezza di 15 cm., rapidamente si fondeva e si spargeva al suolo in gocce incandescenti; si riuscì anche ad ottenere la fusione di un filo di platino del diametro di 5 mm. e della lunghezza di 30 cm.; e persino un frammento di carbone da storta, posto fra i poli della macchina, si rammolliva ed assumeva un principio di struttura cristallina.

Non mancarono applicazioni delle macchine Wilde alle industrie, fra cui alla fabbricazione dell'ozono, all'elettrometallurgia ed all'illuminazione elettrica. Queste macchine funzionavano di e notte senza cessa per l'illuminazione dei celebri stabilimenti fotografici di Woodbury in Manchester, in cui, anni prima dell'invenzione di tutti i processi al bromuro d'argento, si garantiva di potere, in qualunque condizione di tempo, eseguire ed ultimare i più difficili lavori in 24 ore (1).

Pel continente, i brevetti Wilde furono acquistati dalla Compagnia *L'Alliance*. Ma il rapido succedersi delle nuove invenzioni derivate dalla macchina Wilde non lasciò tempo per altre applicazioni.

Autoeccitazione. — Per esaltare ancora la potenza delle macchine Wilde, fu immaginato di approfittare della intensa corrente indotta, facendole attraversare un avvolgimento supplementare collocato sugli induttori, prima di condurla al circuito esterno. Accade allora un'esaltazione ulteriore della potenza degli elettromagneti, e quindi dell'intensità di corrente indotta, e così via di seguito fino al limite consentito dalla saturazione magnetica dei nuclei.

Ma v'ha di più. Quando la macchina è entrata in funzione, si può addirittura sopprimere la comunicazione con la eccitatrice, e la macchina si mantiene eccitata con la sua propria corrente. L'eccitatrice non è dunque necessaria che per *adescare* l'apparecchio. E questo anche, basta farlo una volta per sempre, perchè successivamente il magnetismo residuo dei nuclei è sufficiente per avviare il fenomeno. Si ha così una *dinamo autoeccitatrice*, in contrapposto alle prece-

(1) Per questi particolari, v. SCHELLEN, *Die Dynamo-Maschinen*, 3ª edizione, pag. 113 e seg.

denti *macchine magneto-elettriche e macchine dinamo a eccitazione separata*.

L'apparente paradosso del nuovo principio, secondo cui una corrente è impiegata ad esaltare la propria intensità, si spiegò facilmente, riflettendo che ciò viene compiuto a spese del lavoro meccanico necessario per far rotare l'indotto; del resto nelle macchine a eccitazione separata, l'intensità della corrente eccitatrice è solo una piccola frazione dell'intensità della corrente indotta; e nelle macchine magneto-elettriche, corrente eccitatrice esterna non è necessaria (1).

La priorità nella scoperta dell'autoeccitazione, scoperta che apriva una nuova èra nella storia delle dinamo, fu disputata, o per dir meglio, diversi autori la formularono quasi contemporaneamente.

Sembra che la priorità nell'enunciarla in modo esplicito devasi agli inglesi *C. e S. A. Warley*, i quali ne fecero oggetto di un loro brevetto nel dicembre 1866. Indipendentemente da lui, nel gennaio 1867, *Werner v. Siemens*, comunicava all'Accademia di Berlino la descrizione di una sua macchina autoeccitatrice, e per far risaltare maggiormente l'importanza della sua invenzione, coniava la parola *dinamo*, oggidì applicata a tutte le macchine indistintamente, che trasformano il lavoro meccanico in potenza elettrica.

La Memoria di *W. v. Siemens* fu da suo fratello *Wilhelm* presentata alla *Royal Society* di Londra il 14 febbraio 1867, mentre precisamente nella stessa seduta *Sir Charles Wheatstone* leggeva un suo lavoro avente per oggetto la medesima invenzione.

Da quel momento le dinamo autoeccitatrici entrarono nella pratica universale.

Sistemi di eccitazione. — Le disposizioni proposte da *Siemens* e da *Wheatstone* differivano in questo particolare, che il primo intercalava l'avvolgimento induttore *in serie* sul circuito principale, e il secondo lo connetteva *in derivazione* sui morsetti della macchina.

Il sistema in serie impiega così per l'eccitazione l'intera intensità di corrente prodotta dalla macchina.

Entrambi i sistemi furono applicati sin da principio, e i loro meriti e demeriti discussi, senza averne per molto tempo un chiaro concetto. Oggidì sappiamo che l'eccitazione in derivazione è quella propria per

(1) Se si pensa a questo raffronto fra ciò che avviene in una macchina magneto-elettrica e in una dinamo autoeccitatrice, si conferma sempre più il concetto che anche il ferro magnetizzabile, anziché come una sostanza di permeabilità magnetica maggiore dell'aria, dovrebbe essere considerato come un magnete permanente, le cui molecole hanno bisogno di essere orientate.

le dinamo, generatrici o ricettrici, a velocità costante, e f. e. m. costante, prima invece da molti si è creduto il contrario.

Si sa poi che nè una velocità, nè una f. e. m. interamente costanti si possono ottenere con questo sistema, ma il risultato si consegue compensando l'effetto residuo con un avvolgimento ausiliario in serie, opportunamente calcolato.

Si ha così la eccitazione mista o *in compound*, che fu proposta la prima volta da Varley nel 1876.

Macchina Meritens. — Dopo l'invenzione della autoeccitazione, le macchine magneto elettriche furono presto abbandonate, e solo per qualche tempo godè ancora qualche favore una certa magneto elettrica *Meritens*, veramente molto perfezionata in confronto a quelle prima costrutte. Era a corrente alternante, e sostituiva con vantaggio l'*Alliance* per la illuminazione elettrica. Fu appunto preferita per l'illuminazione dei fari, fino a che le macchine a eccitazione propria non furono maggiormente diffuse.

Dinamo Siemens. — Il principio della autoeccitazione fu applicato dalla Casa Siemens per la costruzione di un tipo di piccole dinamo, destinate per esploditori di mina; e la diffusione che incontrò questo tipo fu tanto grande da costituire una delle prime sorgenti di fortuna di quella Casa.

Macchina Brush. — Deve citarsi fra le prime dinamo autoeccitrici costrutte in dimensioni industriali, la macchina *Brush*, americana. Aveva per indotto un anello con tre paia di rocchetti, e le correnti indotte in questi venivano separatamente raddrizzate e sommate assieme. Era destinata per l'illuminazione ad arco con correnti continue ad altissima tensione, ed ebbe per molto tempo un vero valore industriale.

Raddrizzamento delle correnti. — Tutte le macchine fino allora costrutte generavano correnti *alternanti*, le quali potevano essere raccolte ai poli come correnti *raddrizzate*, ma non come *continue*. La differenza sta in questo, che la corrente alternante raddrizzata conserva bensì costante il segno, ma oscilla d'intensità da zero a un massimo, mentre la corrente continua è esente da fluttuazioni.

Ora, non solo le fluttuazioni d'intensità presentano inconvenienti per molte applicazioni, ma il danno della discontinuità si risente al commutatore, dove il raddrizzamento forzato di una corrente di qualche potenza, è accompagnato da scintille intense e pericolose.

Questo fatto ci spiega perchè allora le dinamo più grandi erano quasi tutte a corrente alternante; e il vero sviluppo industriale delle macchine dinamo tardò fino alla soluzione del problema di costruire un indotto, capace di generare vere *correnti continue*.

Questa soluzione si deve al prof. *Antonio Pacinotti* di Pisa, e l'indotto da lui inventato sotto il nome di *elettrocalamita trasversale* si chiamò *anello Pacinotti*.

Anello Pacinotti (fig. 2). — L'anello *Pacinotti* si può descrivere schematicamente come un anello di ferro dolce, con un avvolgimento con-

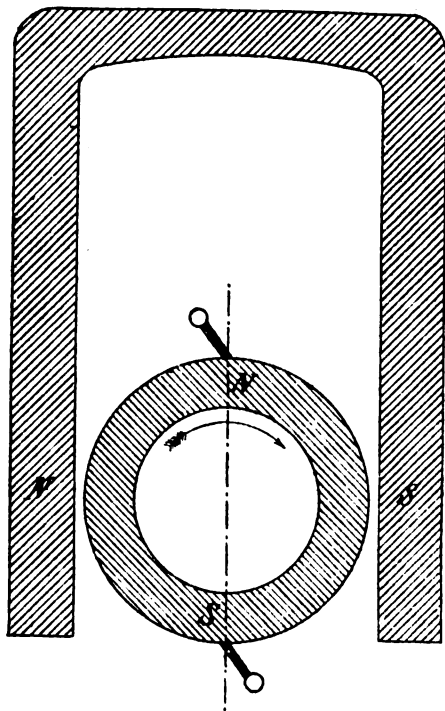


Fig. 2.

tinuo e chiuso di filo di rame tutto attorno di esso: l'anello è girevole sul suo asse di figura; alle estremità di un diametro trovansi affacciati i poli dell'induttore; alle estremità di un altro diametro, perpendicolare al primo, appoggiano due spazzole, fisse, in modo tale da far contatto con le spire che successivamente passano sotto di esse.

Le spazzole fanno da elettrodi; quando, per mezzo di esse, si lancia una corrente nell'anello, questa si biforca, e percorrendo le due metà dell'anello, ne forma due elettrocalamite a poli contrapposti. Questi poli indotti vengono a trovarsi presso le spazzole, e se l'anello ruota, si spostano sull'anello, ma rimangono fissi nello spazio. Siccome cia-

scuno di essi viene attratto da un polo induttore e respinto dall'altro (1), l'anello è sospinto a ruotare; la rotazione non altera lo stato di cose, e quindi perdura. Si ha così un vero *motore ad azione continua* (2).

Per il principio di reciprocità è facile comprendere che se invece si fa ruotare l'anello mediante una forza meccanica, si deve raccogliere alle spazzole una corrente d'intensità e direzione costante. Il sistema induttore può essere un magnete permanente o un elettromagnete eccitato dalla corrente stessa della macchina. Si ha così una *magneto* o una *dinamo a corrente continua*.

Le spazzole, anzichè strisciare da spira a spira successiva, possono far contatto con una spira su tante, dividendo così l'avvolgimento in sezioni; e il contatto, anzichè avvenire sulle spire stesse, può avvenire su apposite *lamelle*, in comunicazione con le spire, e disposte tutte intorno ad un cilindro secondo le generatrici; si forma così un separato *collettore* o *commutatore*.

La differenza delle macchine a correnti raddrizzate, qui, sta in ciò: che il rovesciamento si compie, spira per spira, o sezione per sezione, anzichè su tutto l'avvolgimento insieme. Quindi i suoi effetti nocivi sono attenuati in proporzione. A rigore di cose, l'azione della macchina sarebbe solamente allora continua quando il numero delle suddivisioni, o lamelle del collettore, fosse infinito. In pratica è quindi inevitabile una discontinuità residua, sotto forma di minute fluttuazioni; ma il periodo e l'ampiezza di queste possono essere ridotti entro qualunque limite, suddividendo quanto occorre l'avvolgimento.

Macchina Pacinotti. — Pacinotti costruì la sua macchina elettromagnetica nel 1860 per il gabinetto dell'Università di Pisa e ne pubblicò la descrizione nel *Nuovo Cimento* del 1864. La macchina aveva l'armatura a denti, e, sui denti stessi, era montata una stella che serviva ad assicurare l'armatura sull'albero; il sistema induttore consisteva in un elettromagnete a ferro di cavallo, munito di *espansioni polari*; il collettore portava 16 sbarrette d'ottone, con isolamento ad aria. Pacinotti fece funzionare la sua macchina, tanto come generatrice quanto come motore.

Quantunque egli non rilevasse a sufficienza l'importanza pratica della sua invenzione, nè si occupasse di trarne profitto, si era nondimeno reso perfetto conto della teoria della sua macchina, dei vantaggi

(1) Questa spiegazione è solamente sommaria. L'attrazione si esercita sull'avvolgimento quando il nucleo è una vera figura di rotazione, e si esercita prevalentemente sul nucleo, se questo è dentato.

(2) Se il sistema induttore è eccitato dalla stessa corrente, il motore funziona tanto a corrente continua quanto a corrente alternante.

che offriva, e delle sue possibili applicazioni. E la Memoria da lui pubblicata contiene una discussione critica così precisa sulla teoria del nuovo meccanismo e sui motivi che avevano indotto l'A. a costruirlo, come oggi non si saprebbe forse fare più esattamente. Molti particolari costruttivi della piccola macchina del Pacinotti erano poi superiori e più razionali di quelli che si riscontrano in parecchie macchine industriali costrutte più tardi sullo stesso principio.

Nonostante tutto questo, l'invenzione di Pacinotti rimase per circa sette anni inosservata. Non ultima causa di questo fatto è l'aver essa preceduto quella dell'autoeccitazione.

Macchina Gramme. — Nel luglio 1871, il Jamin comunicò all'Accademia delle Scienze di Francia la descrizione di una macchina dinamo a corrente continua, costrutta dal suo assistente *Zenobio Teofilo Gramme*, belga d'origine, già disegnatore nella Compagnia *L'Alliance*. Questa dinamo, costrutta nelle dimensioni d'una macchina industriale, aveva come indotto l'anello di Pacinotti.

Si ignora se il Gramme ebbe o non ebbe conoscenza dell'invenzione di Pacinotti. Certo è che i particolari costruttivi della sua macchina erano diversi da quelli adottati dal suo predecessore; che egli presentò e brevettò l'invenzione, a quanto pare, come sua; e che ne dette una teoria, diversa da quella del Pacinotti, ma erronea.

Le differenze costruttive sono in questo: che l'anello di Gramme aveva il nucleo di filo di ferro e non dentato; che la montatura, invece che per mezzo di una stella, come aveva fatto Pacinotti e si fa da tutti adesso, era eseguita semplicemente a frizione sopra un manicotto di legno; che il commutatore aveva l'isolamento solido. Salvo l'ultima, queste innovazioni non erano miglioramenti, e la seconda specialmente è da condannare.

Comunque sia, nei primi tempi, si attribuì al Gramme l'invenzione dell'indotto ad anello. Fu poi riconosciuta l'antioriorità di Pacinotti, e le privative prese dal Gramme divennero lettera morta. A quest'ultimo rimane però sempre il merito di aver portata l'invenzione sopra un terreno pratico ed industriale. Egli ne intuì per primo tutta l'importanza, e si trovò in momento opportuno per trarne partito pratico, applicando insieme il principio dell'autoeccitazione. Appoggiato da una Compagnia con forti capitali, riuscì a dare un rapido sviluppo alle sue costruzioni.

L'esempio di Gramme fu seguito presto dagli altri costruttori, e da quel momento in poi la costruzione e l'applicazione delle dinamo sono definitivamente entrate nella pratica industriale.

N. 23.**NOTIZIE**

DELLA

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana

SEZIONE DI ROMA.

25 Gennaio 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Sorteggio delle cariche uscenti.*
3. *Il dott. Manzetti parlerà sulla « Misura della frequenza delle correnti alternative ».*

Il Presidente comincia col raccomandare la frequenza dei Soci nei nuovi locali della Società per il vantaggio e lo sviluppo della Sezione. Essendosi stabilito colla Società degl'Ingegneri di avere la sala delle riunioni ogni venerdì, egli desidererebbe che in ognuna di queste sere ci fosse una comunicazione di indole scientifica fatta da qualche Socio, e si augura che tutti lo aiutino in questa sua iniziativa.

Comunica l'ammissione di nuovi Soci.

La Biblioteca ha acquistato un certo numero di opere riguardanti l'Elettrotecnica. Esse sono a disposizione; l'orario della lettura è quello del locale, il prestito è eseguito secondo il Regolamento già comunicato. Annuncia ancora la 2ª serie di conferenze sperimentali che sarà iniziata il 10 febbraio dal prof. Angelo Battelli. Le norme sono le stesse dell'anno precedente.

Si procede in seguito all'estrazione a sorte delle cariche sociali. Il Regolamento dispone che si deve sorteggiare l'uscita fra Presidente e Vice-Presidente, fra Segretario e Cassiere, e della metà dei Consiglieri. Però avendo la Sezione raggiunto il numero di 100 Soci, essa ha il diritto di avere 6 Consiglieri, quindi si deve estrarre a sorte un solo Consigliere dei quattro esistenti attualmente.

L'esito del sorteggio è il seguente:

Escono:

il *Presidente* Prof. M. Ascoli

il *Cassiere* Ing. O. Lattes

il *Consigliere* Prof. A. Sella.

Indi il Socio dott. Manzetti parla sull'argomento: « Sulla misura della frequenza delle correnti alternate », esponendo brevemente e classificando tutti i metodi finora adottati per questo genere di misura, e presentando infine un nuovo strumento destinato a questo scopo.

29 Marzo 1901, ore 21 1/4. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni.*
2. *Relazione del Presidente.*
3. *Bilancio consuntivo 1900 e preventivo 1901.*
 1. *Elezione cariche sociali.*
 5. *Il Socio ing. Salvadori parlerà sopra alcuni apparecchi ausiliari in telefonia (Telefonografo di Poulsen).*

Il verbale precedente è approvato.

Dopo brevi comunicazioni il Presidente parla dei fatti più importanti compiutisi in quest'ultimo anno dalla nostra Sezione. Accenna al favore che ha incontrato nel pubblico la serie di conferenze sperimentali tenutesi col concorso dei vari Soci, all'utile che ne è venuto alla Sezione sia dal lato morale che da quello materiale; non perchè queste conferenze si sieno chiuse con un residuo attivo, ma perchè sono state una delle cause dell'aumento grande dei Soci. Un risultato così buono ha convinto della utilità di bandire anche per quest'anno un corso di otto conferenze sopra svariati argomenti, sempre nel campo dell'Elettricità. La cosa sembra apprezzata anche dai colleghi delle altre città, se si considera che anche in altre sezioni, come Firenze, Napoli, Bologna si sono stabilite delle serie di conferenze pubbliche regolate presso a poco come le nostre.

L'incremento nel numero dei Soci anche in questo anno è stato notevole.

Il Cassiere comm. Lattes presenta il Bilancio consuntivo del 1900 ed il preventivo pel 1901, e ne trae argomento per mettere in chiara luce le buone condizioni economiche della Sezione che ha il vero vanto di non possedere Soci morosi.

Il prof. Banti fa osservare che, per l'opera a cui è destinata la Sede Centrale, sembra elevato il contributo individuale dei Soci, e propone si studi il modo per diminuirlo. Il prof. Ascoli fa osservare che si tratta di quistione statutaria e che perciò occorre portarlo all'Assemblea Generale. Dopo lunga discussione dalla quale risultò essere la maggioranza della Sezione del parere del prof. Banti, si decide di studiare la proposta da presentare.

Si procede poi alle elezioni delle cariche sociali risultando il nuovo Consiglio così costituito:

<i>Presidente</i>	Ascoli prof. Moisé.
<i>Vice-Presidente.</i> . . .	Banti prof. Angelo.
<i>Segretario</i>	Manzetti dott. Riccardo.
<i>Cassiere</i>	Lattes ing. Oreste.
<i>Consiglieri</i>	Dell'Oro cav. Giovanni.
	Giorgi ing. Giovanni.
	Majorana-Calatabiano ing. dott. Quirino.
	Mengarini prof. Guglielmo.
<i>Consiglieri delegati alla Sede Centrale</i>	Salvadori ing. Riccardo.
	Sella prof. Alfonso.
	Battelli on. prof. Angelo.
	Brunelli ing. Italo.
	Celeri ing. Ferruccio.

La comunicazione dell'ing. Salvadori, vista l'ora tarda e l'importanza dell'argomento, è rimessa ad altra seduta.

ASSOCIAZIONE ELETTRICA

SEZIONE

Bilancio Con

Attivo		Consuntivo 1900		Preventivo 1900		Differenza	
Quote dell'anno	98 Soci individuali a L. 20	1960	»	1700	»	+ 260	»
	9 Soci collettivi » 40	360	»	200	»	+ 160	»
	1 Socio » » 60	60	»	»	»	+ 60	»
Quote arretrate 1899		20	»	20	»	»	»
Ricavo conferenze pubbliche		510	20	400	»	+ 110	20
Interessi 1899 libretto postale		20	28	15	»	+ 5	28
Entrate eventuali		25	70	»	»	+ 25	70
Totale		2956	18	2335	»	+ 621	18
Differenza in meno al passivo		»	»	»	»	52	53
		2956	18			+ 673	71

Conto di Cassa al 31 dicembre 1900.

Avanzo esercizio precedente	669	12
» » 1900	4	59
Somma disponibile al 1° gennaio 1901	673	71

Bilancio Pre

Quote dell'anno	100 Soci individuali a L. 20	2000	»
	10 Soci collettivi » 40	400	»
Ricavo dalle conferenze pubbliche		400	»
Interessi 1900 libretto postale		20	»
Avanzo precedente esercizio		673	71
Totale		3493	71

Roma Marzo 1901

Il Cassiere

O. LATTES.

TECNICA ITALIANA

DI ROMA

suntivo 1900.

Passivo	Consuntivo 1900	Preventivo 1900	Differenza
Contributo alla Sede Centrale a saldo esercizio corrente	1140	» 960	» + 180
Sede della Sezione dal 1° luglio	250	»	»
Lavori adattamento nuova Sede (metà spettante alla Sezione)	57	60	» - 192 40
Comunicazioni ai Soci	38	44	»
Pubblicazioni e studi	97	35	» - 264 21
Spese per le conferenze pubbliche	535	25	» + 135 25
Provviste di cancelleria	179	75	»
Posta, telegrammi e marche da bollo	33	70	» + 133 45
Compensi al personale	120	»	»
Acquisto mobilio e arredi nuova Sede	479	50	12 - 64 62
Spese diverse (corona Socio defunto)	20	»	» + 20
Totale	2951	59 3004	12 - 52 53
Avanzo	4	59	
	2956	18	

ventivo 1901.

Contributo alla Sede Centrale	100 Soci individuali a L. 10	1000	»
	10 Soci collettivi » 20	200	»
Sede della Sezione		500	»
Acquisto di pubblicazioni ed abbonamento giornali		300	»
Impianto della biblioteca (somma impegnata)		700	»
Spese per le conferenze pubbliche		400	»
Spese d'amministrazione		250	»
Diverse e impreviste		143	71
Totale		3493	71

Il Presidente

M. ASCOLL

17 Maggio 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Discussione del progetto sulle « Norme di sicurezza negli impianti elettrici », redatto dalla Sede Centrale di Torino.*
2. *Proposta del prof. Lori relativa allo stato attuale della telegrafia senza fili.*

Il verbale precedente è approvato.

Il Presidente fa un po' di storia dello schema di progetto inviato dalla Sede Centrale, e fa notare come queste norme non sieno date col carattere di imposizione, nè come possibile proposta di legge; esse devono avere solamente lo scopo di dare dei suggerimenti ai costruttori. Dopo breve discussione si decide di leggere in seduta questo schema e di commentarlo articolo per articolo. Durante la lettura vengono fatte dai Soci varie osservazioni, di cui la Presidenza tien nota perchè possano essere presentate alla discussione definitiva nell'Assemblea Generale.

Il prof. Lori sviluppa in seguito la sua proposta relativa allo stato attuale della telegrafia senza fili. Egli fa notare come da alcuni mesi si abbiano continuamente interessantissime notizie su questa telegrafia e come da esse si possa dedurre che questo sistema abbia già dato dei risultati veramente straordinari. Sembra che alcuni tentativi sieno già stati fatti in Italia, ma se ne ignora completamente il risultato. All'oratore sembra quindi conveniente che la nostra Sezione si occupi di questa quistione, e propone che la Presidenza nomini una Commissione che in un periodo di tempo non lontano riferisca all'Associazione quale sia lo stato attuale della telegrafia senza fili.

La proposta è approvata.

La Commissione nominata dalla Presidenza è risultata così composta:

<i>Presidente.</i>	. . .	Prof. M. Ascoli.
		Dott. G. Di Pirro.
		Prof. F. Lori.
		Prof. A. Sella.
<i>Segretario.</i>	. . .	Dott. R. Manzetti.

SEZIONE DI MILANO.

18 aprile 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Approvazione del Bilancio consuntivo 1900 e del preventivo 1901.*
3. *Nomina di tre Consiglieri in sostituzione degli estratti a sorte a termini dell'art. 10 dello Statuto e 13 del Regolamento.*
4. *Nomina di due Delegati della Sede Centrale in sostituzione degli estratti a sorte a termini degli articoli predetti.*
5. *Nomina del Segretario della Sezione.*
6. *Nomina dei Revisori dei Conti, effettivi e supplenti.*
7. *Conferenza dell'ing. Guido Semenza sui « Perfezionamenti alle valvole per alta tensione ».*

Presiede l'adunanza il prof. ing. cav. Luigi Zunini, Presidente, il quale dà subito lettura della seguente sua comunicazione:

Egregi Colleghi,

Permettetemi d'invertire l'ordine del giorno della riunione facendo precedere alla lettura del Collega ing. Semenza, le comunicazioni della Presidenza e la presentazione del Bilancio.

Tengo anzitutto a dar lettura di una lettera mandata alla Presidenza dal Socio ing. Silva, e giunta troppo tardi perchè la mozione che essa contiene, potesse essere iscritta all'ordine del giorno, come l'ing. Silva domandava. Essa trova tanto meglio il suo posto nelle *comunicazioni della Presidenza*, inquantochè accenna ad un fatto del quale io stesso mi proponevo di intrattenervi dandovene le necessarie spiegazioni.

Dà qui lettura della lettera dell'ing. Silva che lamenta la ritardata convocazione dell'Assemblea ordinaria dei Soci per la presentazione del Bilancio. Assemblea che a termini del Regolamento, dovrebbe tenersi non oltre la fine di febbraio.

Prosegue quindi il Presidente nei seguenti termini:

Sta infatti che il Regolamento della cessione della nostra Sezione stabilisce la fine di febbraio come limite per la convocazione dell'Assemblea Generale ordinaria e per la presentazione del Conto consuntivo, l'approvazione del Bilancio preventivo, e la nomina alle cariche sociali, e sta pure che quest'anno la convocazione non si è fatta che per oggi, 18 aprile. Tuttavia il Consiglio poteva, a buon diritto sperare che i Soci avrebbero prima udite le spiegazioni che esso non avrebbe mancato di fornire per tale irregolarità, e solo quando le avessero trovate insufficienti, avrebbero espresso quella disapprovazione che l'ing. Silva formula a priori in termini così vivaci.

Ecco ad ogni modo ed in poche parole, egregi Colleghi, le cause del fatto.

Al Consiglio non pareva conveniente indire un'Adunanza Generale solo per udire la lettura del Bilancio consuntivo e preventivo e quella breve Relazione con cui il Presidente avrebbe potuto riassumere la vita sociale durante l'anno trascorso.

Si credette opportuno di allettare i Soci ad accorrere numerosi a questa riunione aggiungendone l'attrattiva di una conferenza interessante. Fra la penuria delle comunicazioni proposte dai Soci, che si dovette deplorare sempre e segnatamente l'anno scorso, il Consiglio si vide obbligato a sollecitare l'egregio Consocio che già altre volte aveva vivamente interessata l'Assemblea colle sue letture, improntate a molta acutezza di osservazione e genialità di concetti, e dichiarargli che faceva formale assegnamento sul suo concorso, anche per l'imminente seduta. L'ingegnere Semenza a cui alludo, ebbe la cortesia di accondiscendere di buon grado all'invito, tanto che la data della convocazione doveva essere fissata nell'ultima decade di febbraio.

Disgraziatamente un incidente sopravvenuto per la mancata pubblicazione di una precedente lettura dello stesso ing. Semenza, lo indusse a sospendere questa conferenza, finchè il malinteso fosse appianato. La Presidenza Centrale vi si prestò di buon grado, ma la questione non poté essere completamente definita, che ai primi di questo mese, in modo che solo allora l'Assemblea poté essere indetta per la data odierna.

Ad alcuno di voi potrà forse parer grave che un motivo d'indole puramente personale, abbia indotto il Consiglio a trascurare una disposizione tassativa del Regolamento; noi però non abbiamo creduto di dover dare troppa importanza a questioni di formalità che, capitali per le Società finanziarie, diventano senza alcun inconveniente, trascurabili per Associazioni come la nostra, tanto che l'Assemblea del 1899, Presidente il comm. Pirelli, non fu tenuta che nell'agosto, senza che alcuno abbia sollevato obiezioni per tale irregolarità.

Ciò che noi dobbiamo invece deplorare, è che le proposte di letture e comunicazioni da parte dei Soci, siano oltremodo scarse, così da mettere il Consiglio nell'impossibilità d'indire più frequenti riunioni, come pure sarebbe desiderabile, perchè l'Associazione rispondesse adeguatamente ai suoi fini, e da averlo obbligato, nel caso attuale, a rinviare l'Assemblea per non aver modo di sostituire con un'altra, l'unica conferenza offertagli.

Nell'anno ora decorso, quattro sole adunanze furono tenute; una il 10 giugno per una conferenza del prof. avv. Pipia sull'*Elettricità nel diritto*; un'altra il 15 giugno per due letture del prof. Arnò, sopra *Un nuovo metodo di misura con l'impiego del Wattometro-Fasometro* e sopra *Un apparecchio di sicurezza per sistema trifasi*; una terza il 22 giugno, pella conferenza dell'ing. Semenza sulle *Industrie elettriche agli Stati Uniti*, e l'ultima finalmente il 19 dicembre, per due altre letture del prof. Arnò, sul *Contatore di energia per sistemi trifasi, esatto per carichi induttivi* e sopra un *Volto metro a campo elettrico rotante per sistemi a corrente alternata semplice*.

Da una Sezione come questa di Milano, ricca di Soci versati nelle scienze e nelle industrie, sarebbe giusto aspettarsi che un maggior contributo di ricerche e di osservazioni fosse portato alle riunioni sociali, da quelli fra noi che i loro studi e la loro posizione mettono in grado di accumularne; purtroppo un'esperienza ormai quadriennale ci autorizza a dubitare che questo risultato possa essere raggiunto sotto forma di conferenze e di letture frequenti. Alcuni di noi avevano pensato che la forma dell'amichevole convegno, senza alcuna formalità, ed a giorni prefissi,

sarebbe stata meglio accettata alla maggioranza, e si fece negli anni scorsi il tentativo di introdurla, ma senza alcun risultato durevole; questi convegni periodici avendo finito per essere limitati al solo Consiglio. La ragione dello scarso interesse che la grande maggioranza dei Soci prende all'andamento della Società, risiede, come voi non ne dubitate, nel cumulo di occupazioni che assorbe ciascuno di noi in questo grande centro industriale, che ci distoglie da quanto non è colle occupazioni stesse strettamente connesso; l'orario assai più prolungato che altrove del lavoro giornaliero, ci rende gravose le riunioni serali, dove la mente non si solleva dalla faticosa tensione dell'intera giornata; finalmente ben pochi di noi pensano che dalla pratica quotidiana delle loro industrie, essi possano ricavare osservazioni di indole abbastanza generale da interessare la grande maggioranza dei Colleghi.

Dobbiamo concludere che in una città come Milano, appunto perchè la vita industriale vi è più intensa che altrove, sia impossibile l'azione efficace e proficua di una Associazione come la nostra, che da questa intensità industriale dovrebbe trarre ragione di essere e motivo di prosperare? Noi non vogliamo crederlo, ma piuttosto pensiamo che qui le Associazioni analoghe alla nostra, tendono a spogliarsi di quel carattere alquanto accademico che hanno nei centri di attività più speculativa, per rivestirne uno più schiettamente pratico e industriale. Infatti ogni volta che la nostra Sezione poté credere di avere ad esercitare un'azione efficace in un campo di interesse generale, non lasciò di farlo ed il Consiglio direttivo specialmente pagò di persona per assicurare all'Associazione l'influenza a cui essa ha buon diritto.

Come precedentemente esso aveva fatto opera autorevole ed efficace per la soppressione dell'aumento della tassa sulla energia elettrica compreso nell'omnibus finanziario del ministro Carcano, così nell'anno ora decorso si interessò vivamente alla questione telefonica che da tanto tempo preoccupa la cittadinanza, e la Commissione nominata dal Consiglio nelle persone dei Colleghi Barzanò, Grassi, Gadda, Panzarasa e Semenza estese una Relazione che presentò alla Commissione governativa, facendo rilevare gli inconvenienti del servizio, confermati luminosamente in quest'anno, e proponendo miglioramenti e trasformazioni analoghi a quelli imposti finalmente dall'attuale Ministro.

Così per quell'altra questione di interesse anche più generale, delle norme di sicurezza da imporsi per gli impianti elettrici, la Commissione, composta dei Colleghi Bertini, Bianchi, Gadda, Monti, Panzarasa, Pontiggia, Nerole raccolse un materiale di studio importante e ne trasse interessanti conclusioni che trasmise alla Sede Centrale perchè vi fossero discusse insieme con quelle mandate dalle altre Sezioni.

Più attiva ancora e coronata da lusinghiero successo fu l'azione spiegata per ottenere importanti modificazioni richieste dagli interessi industriali, al progetto di legge sulle *derivazioni di acque pubbliche*, elaborato dal Ministro dei LL. PP. Già fino dal 1899, una Commissione era stata nominata dal Consiglio nelle persone dei Colleghi Jona, Conti e di me stesso, col mandato di associarsi a quella nominata dal Collegio degli Ingegneri e composta degli ingegneri Pestalozza, De-Capitani, Magriglio, Paladini e Soldini, per esercitare un'azione collettiva a cui l'autorità delle due Associazioni avrebbe data una grande efficacia. Caduto il progetto di legge per la chiusura della Sessione, e ripresentato successivamente con alcuni ritocchi dello stesso Ministro, la Commissione suddetta riprese i suoi lavori i quali conclusero ad una Relazione veramente sintetica ed efficacissima resa dal Collega ing. Jona. Questa Relazione, di cui voi tutti avete avuta comunicazione, distribuita largamente ai Ministri competenti ed ai membri del Senato dinanzi al quale la legge

si doveva discutere per primo, appoggiata in modo particolarmente efficace da alcuni senatori e deputati Milanesi, fra cui citerò a titolo d'onore gli onorevoli Gadda, De-Angeli, Vigoni e Colombo, ebbe, dobbiamo credere, una notevole influenza sulle decisioni del Ministro intorno alle modificazioni da lui accettate al suo progetto di legge, poichè questo riuscì approvato secondo un testo che noi abbiamo giudicato pressochè interamente conforme ai nostri desiderati ed agli interessi meglio intesi degli industriali del Paese.

Pur troppo neanche questo progetto di legge potè ricevere la sua sanzione essendogli mancata la discussione nell'altro ramo del Parlamento; ma quando un progetto definitivo abbia finalmente la fortuna, e speriamo sia tra breve, di poter essere presentato da entrambe le Camere, la nostra Sezione dell'A. E. I. starà come pel passato vigile custode degli interessi industriali e saprà strenuamente difenderli d'accordo colle Associazioni similari.

Ogni volta che questioni di simile natura si agiteranno nel Paese, si troveranno in seno alla nostra Associazione Soci volenterosi i quali non indietreggeranno dinanzi al lavoro richiesto per far prevalere l'influenza sua. Sarà questo per l'Associazione il campo d'azione più onorifico e più proficuo e più consono alla intensità della nostra vita industriale.

Del resto anche in una sfera più modesta il Consiglio non ha tralasciato di preoccuparsi degli intesessi e dei desiderati dei Soci. Citerò con legittima compiacenza l'importante lavoro di statistica degli impianti elettrici pubblici d'Italia, compiuto ben prima che uscisse la recentissima pubblicazione del Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio, eseguito con tanta maggior copia di mezzi; noi stiamo ora curando il tracciamento di questi dati statistici mediante opportuni segni convenzionali sopra una carta d'Italia alla scala di 1 a 500.000, appositamente acquistata, la quale appesa nella nostra sala e continuamente aggiornata, riuscirà di molto interesse e di non dubbia utilità per la più parte di voi.

Malgrado queste molteplici prove di attività il Consiglio non intende sostenere che nulla siavi da migliorare nell'andamento della nostra Sezione, ma a questo miglioramento tutti i Soci debbono dare un attivo ed efficace concorso, specialmente perchè si moltiplichino le occasioni di riunione e di affiatamento fra noi.

Ho il piacere di poter dire che alcune interessanti letture che ci sono preannunciate ci fanno sperare in un risveglio di questa forma di attività sociale.

Per le ragioni che ho esposte poco fa, abbiamo fondata ragione di temere che i periodici ed amichevoli convegni serali non riusciranno mai ad attirare durevolmente altri Soci oltre i Membri del Consiglio, ma sarà possibile di trovare alle riunioni Sociali delle occasioni più attraenti e con risultato più proficuo nelle visite che possono essere fatte agli impianti elettrici più importanti di cui i nostri dintorni si sono tanti arricchiti negli ultimi tempi; di queste visite noi studieremo di organizzarne parecchie, contando sopra il vostro numeroso concorso.

Egredi Colleghi, il Consiglio ha la coscienza di aver dato all'Associazione tutto quel contributo di attività che le esigenze del lavoro quotidiano hanno consentito a ciascuno di noi. Forse queste esigenze hanno talvolta soverchiato di troppo il nostro buon volere, e già uno di noi, l'egregio ing. Monti, nostro Segretario, ha creduto di non aver più tempo sufficiente da dedicare a questo importante ufficio, ed ha rassegnate le sue dimissioni, nelle quali con nostro rammarico egli insiste in modo assoluto. La più parte di noi si trovano in condizioni analoghe e noi non potremmo tenere l'onorevole ufficio a cui voi ci avete chiamati, senza fare assegnamento sulla indulgenza dei Colleghi, i quali, uomini d'affari e industriali essi stessi, sanno quanto

difficile riesca spesso sottrarre la minima parte del proprio tempo alle impellenti esigenze della vita quotidiana, ma di questa indulgenza, noi non abbiamo creduto di abusare, avendo dimostrato di saper dare, quando reali ed importanti interessi siano in giuoco, il contributo di tutta la nostra attività all'Associazione.

Ora noi constatiamo con un certo rammarico che qualcuno di voi giudica in modo diverso la nostra condotta. Io dò per conseguenza la parola al Socio ingegnere Silva, perchè egli svolga la sua mozione che suona aperto biasimo al nostro operato, e metterò poi in votazione quell'ordine del giorno che egli crederà di presentare.

Il risultato di questa votazione indicherà al Consiglio la linea di condotta che esso dovrà tenere.

Il signor ing. Silva constata che i Soci della nostra Sezione sono diminuiti; colla sua mozione quindi intendeva spingere la Sezione a far qualche cosa di più, temendo che la diminuzione dei Soci dipenda per l'appunto dal riserbo nel quale egli crede siasi mantenuta ultimamente la Sezione stessa. Non per questo vuol fare un rimarco speciale al Consiglio, ma l'invita a provvedere.

Il Presidente dimostra che la diminuzione del numero dei Soci della nostra Sezione dipende dall'essersi in quest'anno create due nuove Sezioni, cioè quella di Firenze e quella di Bologna. Si avevano nell'anno scorso 252 Soci, si hanno adesso 239 Soci. Dei 13 Soci mancanti, dieci sono passati alle suddette due Sezioni e due sono defunti. È grato all'ing. Silva che non abbia voluto fare una parola contraria al Consiglio, ed è d'accordo di provvedere perchè la Sezione, se è possibile, espliciti maggiore attività; ma per ottenere questo bisogna che anche i signori Soci si facciano vedere e sentire di più. Nella stagione propizia il Consiglio si radunava ogni 15 giorni; nel mentre nessun Socio frequentava le sale sociali. Propone addirittura che come rimedio per ritrovi più frequenti e numerosi, la Sezione attui, nel presente anno, visite collettive agli impianti elettrici più importanti dell'Alta Italia.

Il Presidente domanda se deve dar lettura del Bilancio preventivo per l'anno 1901 che dalla Assemblea viene approvato.

Il Presidente avvisa che l'Assemblea deve passare alla nomina di tre Consiglieri e di due delegati alla Centrale; e sceglie nelle persone dei signori ingegneri Carcano e Fumero due scrutatori per la verifica della votazione, e ricorda che evvi anche la nomina del Segretario e dei Revisori effettivi e supplenti.

Si fa la votazione per appello nominale; i votanti risultano 43.

Intanto che si procede allo spoglio dei voti, il Presidente dà la parola all'ingegnere Semenza per la sua lettura sui *Perfezionamenti alle valvole ad alta tensione*.

Terminata la conferenza applaudita dell'ing. Semenza, il Presidente ringrazia il Conferenziere, facendo voti che continui, come per il passato, a presentare alla Sezione i suoi interessanti studi. Passa quindi alla proclamazione delle elezioni.

Votanti 43.

<i>Eletti Consiglieri</i>	{	Ing. Franco Brioschi	con voti 42
		Ing. Alessandro Scotti	» 41
		Ing. Guido Semenza	» 43
<i>Delegati alla Sede Centrale.</i>	{	Ing. Palamede Gurzi	» 43
		Ing. Franco Magrini	» 43

<i>Segretario</i>	Ing. Giacinto Motta	con voti	43
	Ing. Carlo Clerici	»	43
<i>Revisori effettivi</i>	Ing. Carlo Coltri	»	42
	Ing. Maurizio Vitale	»	42
<i>Revisori supplenti</i>	Ing. Luigi Boselli	»	43
	Ing. Frigerio Carlo	»	43

Il Presidente comunica che nell'occasione della prossima Esposizione di Buffalo (America del Nord), gli Elettricisti Americani hanno fatto un invito agli Elettricisti Europei perchè si rechino in massa a visitarli. In tale occasione gli Elettricisti Americani saranno felici di mostrare ai Colleghi Europei i loro progressi nella Elettrotecnica, e di accompagnarli a visitare stabilimenti ed impianti.

Soggiunge che chi avrà intenzione di accettare l'invito, potrà rivolgersi al signor ing. Semenza, che fornirà i più ampi dettagli.

In fine avvisa che per la sera del 25 corrente è indetta una riunione per udire la conferenza del signor ing. Fumero sui *Forni Stassano*.

25 Aprile 1901. — Adunanza.

Presiede il Presidente prof. ing. Luigi Zunini.

Il Socio ing. Fumero intrattiene i Soci sul *Processo elettro-siderurgico del capitano Stassano*. — Egli si riserva di presentare un sunto scritto della sua Conferenza, perchè sia pubblicato negli « Atti » dell'Associazione.

SEZIONE DI TORINO.

28 Giugno 1901, ore 21. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

Lettura del Socio capitano GIULIO DOUHET: « Automobilismo, sotto il punto di vista militare. Schema di un sistema di automobilismo per uso militare ».

Presiede il Vice-Presidente prof. ing. Lorenzo Ferraris.

Il Presidente, notando la presenza del prof. M. Ascoli, porta un caldo saluto alla Sezione di Roma e al suo Presidente. Il capitano Douhet legge la comunicazione all'ordine del giorno; è vivamente applaudito.

La seduta viene levata alle ore 23.

Prof. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.



Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Giacinto Motta.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Angelo Bertini — Ing. Franco Brioschi — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Alessandro Scotti — Ing. Guido Semenza.

Genova, Via Davide Chiossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Reggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Manfredo Peretti.
Cassiere: Ing. Barnaba Lanino.
Consiglieri: Ing. A. Dalla Noce — Ing. Alfredo Donati — Ing. Cav. Cleto Gasperini — Ing. Pietro Lanino.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Dott. Riccardo Manzetti.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Dott. Quirino Majorana-Calatabiano.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Folinea.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze,

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giulio Martinez — Prof. Luigi Pasqualini.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

INDICE.

- N. 24. — Conduttura elettromagnetica a contatti superficiali per ferrovie e tramvie elettriche. — Lettura del Socio LUIGI NEGRO, fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 30 maggio 1901 (con 8 figure) Pag. 231
- N. 25. — L'Automobilismo sotto il punto di vista militare. — Schema di un sistema automobilistico per uso militare. — Nota del signor GIULIO DOUHET, Capitano d'Artiglieria, letta alla Sezione di Torino la sera del 28 giugno 1901 (con una figura) » 246
- N. 26. — Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni) » 275

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO
TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
1901.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.
Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI.
Prof. GIUSEPPE COLOMBO
Prof. STEFANO PAGLIANI
Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.
Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thovez.
Milano. — Ing. Carlo Esterle — Ing. Palamede Guzzi — Ing. A. Panzarasa
— Ing. G. B. Pirelli — Ing. Luigi Magrini.
Genova. — Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.
Bologna. — Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.
Roma. — Ing. Ferruccio Celeri — Ing. Italo Brunelli — Prof. Angelo Battelli.
Napoli. — Ing. Franc. Amicarelli — Prof. Ing. Gaetano Bruno.
Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Prof. Michele Cantone.
Firenze. — Ing. Francesco Sizia — Prof. Guido Vimercati.

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)
On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE: Via Bogino, 9 - TORINO

N. 24.

CONDUTTURA ELETTROMAGNETICA
A CONTATTI SUPERFICIALI
PER FERROVIE E TRAMVIE ELETTRICHE

LETTURA

*del Socio LUIGI NEGRO**fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 30 Maggio 1901.*

(Con 8 figure).

DESCRIZIONE.

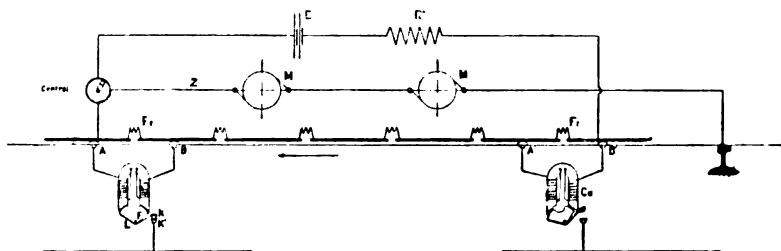
Secondo la presente invenzione l'energia elettrica viene distribuita mediante un cavo sotterraneo corrente lungo la linea; questo cavo viene messo in contatto elettrico al passaggio della vettura con dei blocchi metallici superficiali, contro i quali poggia una sbarra portata dalla vettura stessa. Il contatto del cavo sotterraneo coi blocchi superficiali è ottenuto al passaggio della tramvia in grazia del funzionamento combinato di un interruttore C e della sbarra di contatto, la quale, come vedremo, è di speciale costruzione.

I blocchi superficiali sono distribuiti lungo la linea per coppie AB, A' B', ecc., queste coppie di blocchi superficiali sono, l'una dall'altra, a tale distanza che la sbarra di contatto non può abbandonare una di esse senza essersi già impegnata colla coppia successiva. Nelle attuali vetture, la cui lunghezza varia da m. 7 a 7,50, la distanza tra due coppie è di m. 5 circa e i due blocchi che compongono la medesima coppia distano, l'uno dall'altro, da m. 0,80 a 0,90.

Caratterizza il sistema il mezzo semplice e sicuro col quale si pone in azione l'interruttore C sovraccennato. Nella fig. 1, sezione fatta lungo l'asse longitudinale della linea, è rappresentata una coppia di

contatti A B; questi, isolati da terra, vedremo in seguito come, sono collegati elettricamente ai due estremi di un conduttore elettrico isolato che si avvolge sulle due branche che costituiscono la calamita dell'interruttore.

Questa calamita, al passaggio della corrente aziona l'ancora L, la



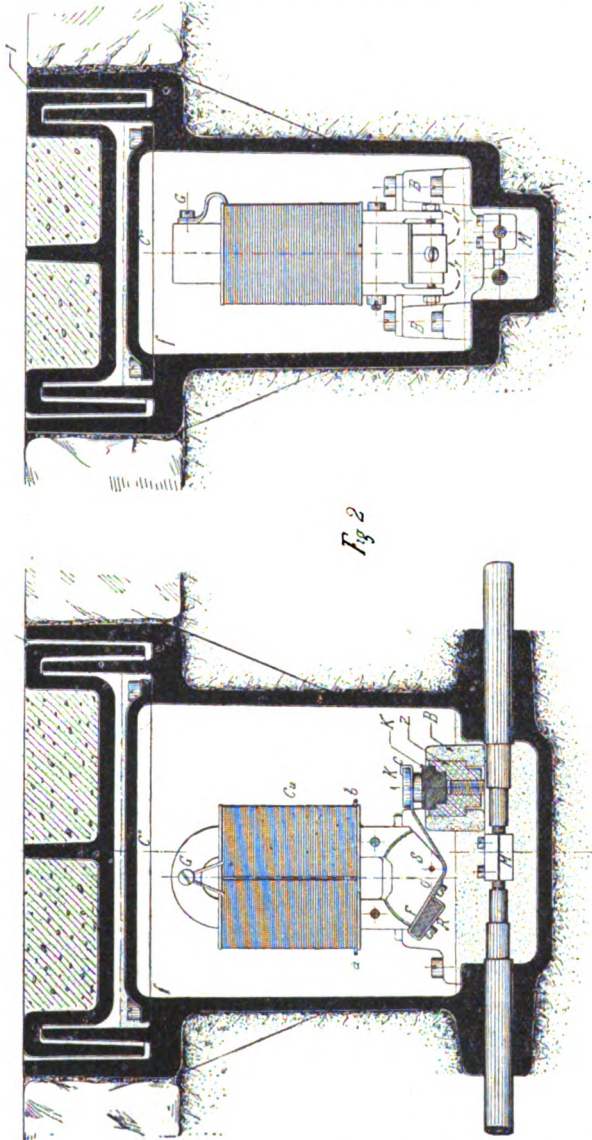
quale, rotando intorno ad F, stabilisce il contatto K K' e ritorna poscia pel proprio peso, alla posizione di riposo allorquando cessa il passaggio della corrente e quindi l'azione magnetica.

Abbiamo già detto che la corrente viene raccolta dalla vettura per mezzo di una sbarra di speciale costruzione; nella fig. 1, in cui è rappresentata schematicamente, si vede come essa sia formata. Consta di vari pezzi in acciaio posti ad una certa distanza l'uno dall'altro e collegati fra loro per mezzo di conduttori elettrici di ben definita resistenza ohmica. Questi pezzi hanno lunghezza stabilita dalla distanza dei contatti A B, ed essa è tale da non abbracciare mai due contatti di una stessa coppia; dalla disposizione in figura risulta chiaro come avvenga il funzionamento dell'interruttore.

Allorquando si supponga che per una causa qualsiasi la corrente elettrica percorra da un estremo all'altro la lunghezza della sbarra, essa corrente è costretta ad attraversare i diversi conduttori che ne collegano i tratti che la compongono.

Dappoichè, come abbiamo detto, essa è sempre in contatto con una coppia, per esempio A' B', di contatti, la corrente giunta in A' si divide e percorre le due branche C u ed F e della biforcazione con legge stabilita dalle resistenze reciproche dei due bracci componenti la biforcazione stessa. Ora la resistenza del conduttore che avvolge l'elettrocalamita è sempre assai piccola per quanto risulti già stabilita ogni qualvolta sia calcolato il numero dei giri fatti dal conduttore elettrico sulla calamita stessa, mentre quella del conduttore che collega i due tratti della sbarra, pur compresa entro i limiti stabiliti dalla resistenza totale della sbarra stessa può farsi di resistenza assai più grande, così che, data una certa intensità minima della corrente necessaria al funzio-

namento dei motori del tramvai, è sempre facile averne un valore tale nella branca Cu da essere sicuri del buon funzionamento della calamita dell'interruttore. È chiaro che l'azione dura finchè la sbarra viene in contatto con la coppia susseguente, poichè questa, azionata come la prima, stabilisce una nuova presa di corrente.



L'interruttore, rappresentato nella fig. 2, si compone di una calamita foggata a mo' di ferro di cavallo, avente le faccie polari deli-

neate da superfici cilindriche il cui centro è in O' . L'armatura mobile è anch'essa in ferro dolce ed ha pure le faccie polari delineate da superfici cilindriche aventi il medesimo centro O' . Il traferro, nel momento in cui vi ha contatto fra K e K' , è di un millimetro e si capisce che, data la costruzione suaccennata, debba essere uniforme. Il centro di rotazione dell'armatura è in S , così che, allorquando l'armatura cade alla sua posizione di riposo, il traferro venga ad aumentare portandosi a 3 mm. circa. Alla parte F di quest'armatura è fissata la linguetta in ottone R al cui estremo C è collegato rigidamente il contatto in carbone K , l'altro estremo è ripiegato a forma di occhio che ripieno di piombo funziona da contrappeso. Le due bobine eccitatrici sono collegate in serie e l'avvolgimento di esse è tale che al passaggio della corrente dal contatto A a quello B e viceversa si produca sulla calamita un flusso magnetico chiuso sull'armatura mobile.

L'attacco comune delle due bobine è fatto sulla stessa calamita che è isolata elettricamente colla scatola in ghisa che la racchiude; l'armatura mobile non è isolata col carbone K ed è collegata elettricamente colla calamita per mezzo del conduttore flessibile r . Il perchè del collegamento del conduttore Cu sulla calamita sta in questo: allorquando l'armatura mobile si muove dalla sua posizione di riposo e si porta nella posizione in figura mettendo in comunicazione il carbone K col carbone K' , la corrente del cavo principale percorrendo il conduttore flessibile investe la calamita e per i punti di congiunzione G , percorrendo le bobine induttrici, si porta ai contatti superficiali, quindi per mezzo della sbarra e del conduttore Z può giungere ai motori.

Causa la disposizione d'avvolgimento delle bobine induttrici sembrerebbe che il flusso magnetico prodotto in entrambe le branche della calamita in questo caso di eguale direzione impedisse l'azione energica sull'armatura mobile dell'interruttore; questo però non è, e per rendercene esatta cognizione analizzeremo bene il modo di azione dell'interruttore in funzione della corrente che percorre nelle due fasi le bobine eccitatrici.

Come abbiamo detto, l'avvolgimento del conduttore Cu che costituisce le due bobine è in serie quando la corrente passa dal contatto A al contatto B . In questo caso il flusso magnetico risultante che si chiude sull'armatura (fig. 3) produce in questa il movimento necessario per la chiusura del circuito elettrico sui motori. Così restando le cose, la stessa corrente che passando dal cavo al contatto K quindi ai motori non attraversa entrambe le bobine della calamita con medesima intensità (fig. 3), ma percorre con maggiore intensità quella la cui resistenza ohmica è minore. Infatti il circuito elettrico in questo

caso è ancora formato da una biforcazione di cui una branca è composta dall'avvolgimento della bobina e del conduttore collegante i due tratti m ed u della sbarra, mentre l'altra branca si compone del solo avvolgimento della seconda bobina induttrice. È ben vero che in questa posizione sarà una sola bobina attiva, ma l'interruttore rimarrà chiuso; infatti, supposto che la resistenza ohmica del tratto Fe collegante i due estremi della sbarra, m ed u , sia uguale alla resistenza ohmica dell'intero conduttore Cu , avremo nella prima branca destra una resistenza tre volte più grande di quella della seconda (branca attiva). La corrente quindi avrà un valore in quest'ultima uguale a tre volte quello dell'altra, per la qual cosa, come nella prima fase, la corrente che generava il flusso utile nella calamita aveva un valore, un mezzo della corrente totale in questo caso avrà ancora il medesimo valore, soltanto che il flusso da essa generato sarà alquanto ridotto, essendo, come è facile vedere, ridotto a $1/2$ il numero degli ampèrgiri.

Convieni però tener calcolo che all'inizio della prima fase in cui l'armatura è ancora alla sua posizione di riposo, la lunghezza del traferro è uguale a circa 6 mm., per cui ricavammo il numero degli ampèrgiri necessari ad ottenere una certa azione dell'armatura mediante la formola:

$$Ni = \phi \frac{10}{4 \pi} \left(\frac{l_1 v_1}{S_1 \mu_1} + \frac{l_2}{S_2} + \frac{l_3 v_3}{S_3 \mu_3} \right)$$

mentre che nella seconda fase in cui il traferro è ridotto ad $1/3$ circa il valore degli ampèrgiri necessari ad ottenere un'azione uguale alla precedente la ricaviamo dalla:

$$Ni' = \phi \frac{10}{4 \pi} \left(\frac{l_1 v_1}{S_1 \mu_1} + \frac{l_2}{3 S_2} + \frac{l_3 v_3}{S_3 \mu_3} \right)$$

Nelle comuni condizioni di circuiti magnetici la riluttanza dovuta al traferro è sempre di valore assai superiore rispetto a quello dovuto alla riluttanza del restante circuito; nel nostro caso poi, in cui il circuito formato da ferro è per di più assai corto, abbiamo che la riluttanza dovuta a questo ha un valore uguale a circa $1/15$ di quello dovuto ai due trasferri, la qual cosa se chiamiamo ni il numero degli

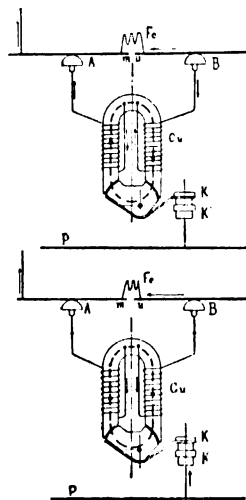


fig. 3.

ampèrgiri richiesti per il solo traferro all'inizio della prima fase, potremo scrivere:

$$Ni = ni + \frac{1}{15} ni$$

e

$$Ni' = \frac{ni}{3} + \frac{1}{15} ni$$

ora dall'esame delle due formole si deduce facilmente che

$$Ni = 2,7 Ni'$$

la quale ci dimostra che, per quanto nella seconda fase il numero degli ampèrgiri sia ridotto a $1/2$, l'azione sull'armatura sarà la stessa, anzi superiore di quella che si aveva all'inizio della prima fase.

Tanto nella prima quanto nella seconda fase l'avvolgimento sull'interruttore è in serie rispetto alla corrente consumata dai motori, ciò dà il vantaggio di maggior aderenza dei carboni K K' man mano che cresce l'intensità I della corrente. L'operazione verificatasi nella coppia di questi due contatti è uguale in tutte le altre e l'azione più o meno rapida dell'interruttore dipendendo solo dal numero più o meno grande degli ampèrgiri delle bobine induttrici e dal rapporto dei due bracci di leva dell'armatura e della linguetta in ottone R, ci lascia liberi di studiarne un funzionamento che ci permetta anche di raggiungere velocità abbastanza grandi.

Per adescare la prima volta l'interruttore serve una batteria di accumulatori formata di pochissimi elementi, questa batteria (fig. 2) è chiusa in circuito colla sbarra nella prima posizione del controller od anche separatamente per mezzo di un interruttore. La corrente diretta secondo le frecce percorre la sbarra in tutta la sua lunghezza e per le ragioni espresse più sopra l'intensità di corrente risultante dalla resistenza totale della sbarra, somma delle resistenze $F e$ e R'' , produce il funzionamento della calamita, poichè la stessa corrente del cavo P riversandosi sui motori, può mantenere in contatto l'interruttore. Nella seconda posizione del controller la batteria può essere esclusa.

La cassetta contenente l'interruttore è l'organo più importante del sistema, infatti è dalla sua costruzione che dipende la sicurezza dell'organo interno. In questo caso per la particolarità del sistema stesso essa risulta di grande semplicità e di poco costo. Le branche dell'interruttore foggiate in ferro dolce sono sostenute nella parte più bassa da due sopporti in ottone che servono nello stesso tempo da madre-vite ai due perni su cui oscilla l'armatura mobile, questi due sopporti

sono poi fissati per mezzo di quattro viti alla base in porcellana B. Questa base come risulta dalla fig. 2 è la stessa nella quale è immerso il carbone K' continuamente in contatto col cavo conduttore principale, poichè detto carbone viene saldato al nucleo in zinco z che a sua volta si fissa per mezzo della vite V al morsetto M, che è elettricamente collegato col cavo principale. La base in porcellana è fissata per mezzo di quattro viti alla parte bassa della cassetta, tanto il cavo principale come i due che collegano gli estremi a e b del conduttore che forma le due bobine induttrici con i due contatti A e B, escono dalla cassetta passando da quattro fori convenientemente praticati nella cassetta stessa.

Per garantire l'isolamento della parte scoperta del cavo, del morsetto M e della testa della vite che collega quest'ultimo col blocco in zinco, e per sigillare le uscite dei cavi si versa nella scodella formata dalla parte bassa della cassetta della composizione isolante; ciò ovvia anche il pericolo d'infiltrazione d'acqua. La parte alta della cassetta è formata a sifone, nell'interno vi ha lo scalino f sul quale viene avvitato il coperchio C''; questa chiusura si rende pure ermetica versando sul coperchio stesso una certa quantità di catrame. Il coperchio superiore e affiorante il suolo stradale, entra col ribordo nell'incavo I della scatola, formando così la suaccennata chiusura sifone. Detto coperchio è reso robusto per mezzo di due nervature ortogonali; gli spazi compresi fra questi vengono riempiti di cemento.

Il montaggio della cassetta, come lo si capisce facilmente, è semplice ed il tutto è così disposto che in pochi minuti si può asportare completamente l'interruttore quando questo fosse difettoso sostituendolo con un nuovo.

Parecchie sono le disposizioni da potersi dare all'insieme della cassetta e dei due contatti che costituiscono una coppia; ciò a seconda che la linea è a semplice o doppio binario e a seconda delle condizioni d'impianto.

I contatti possono essere isolati con asfalto o con legno paraffinato e ciò a seconda del sistema di pavimentazione della strada ed anche a seconda della tensione della corrente (fig. 5).

La sbarra rappresenta per la vettura un organo assai importante, essa dev'essere leggiera e flessibile per adattarsi nelle strade poco piane. Nella fig. 4 è rappresentata una delle costruzioni che sembra adattarsi assai bene al suo funzionamento. La parte superiore è in legno formata da diverse striscie, collegate l'una sull'altra onde ottenere una buona flessibilità, alla parte inferiore sono collegate le parti in ferro destinate a strisciare sui contatti metallici.

La leggerezza di essa fa sì che non necessitano l'impiego di molle per sostenerla e diminuirne il peso, può essere sorretta da semplici

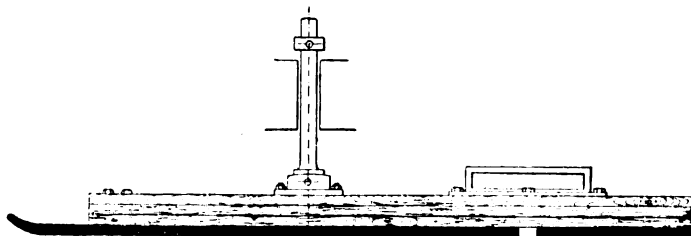


Fig. 4.

tiranti che la guidino e la tengano sempre in perfetto combaciamento con l'asse longitudinale della vettura. I tratti di conduttore che col-

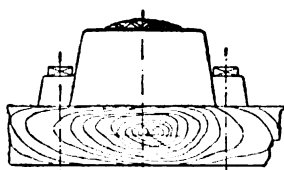
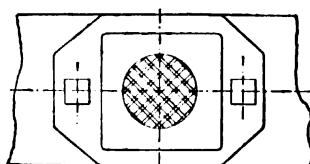


Fig. 5



legano le diverse parti di essa vengono formati con filo di ferro zincato o con argentana, e sono protette da scatole chiuse sulla parte superiore della sbarra stessa.

*
* *

Risulta da quanto è spiegato fin qui che è concetto fondamentale della presente invenzione il creare una biforcazione nella corrente che dalla linea di presa va al motore e di utilizzare una delle correnti della biforcazione per azionare un interruttore elettromagnetico, restituendo poi al motore questa stessa corrente dopo che ha funzionato in detto interruttore. Pur mantenendosi in questo concetto fondamentale si può adoperare un altro sistema di sbarra, tale cioè che la sua costruzione sia formata, invece che da vari tratti disposti sul medesimo asse longitudinale della vettura in successione l'uno all'altro, da due soli segmenti disposti ancora secondo quest'asse longitudinale, ma l'uno

parallelo all'altro. Ciò porta per naturale conseguenza che i blocchi superficiali d'una stessa coppia, i quali, come si è visto, debbono venire in contatto l'uno con un segmento l'altro coll'altro, vanno disposti pure l'uno di fianco all'altro, cioè in direzione trasversale invece che assiale, per rispetto alla vettura.

La fig. 6 rappresenta lo schema di questa nuova disposizione. Abbiamo ancora come prima: il cavo di presa P, le coppie di contatti

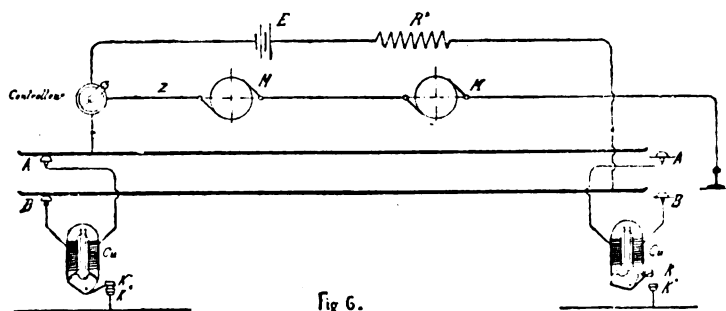


fig 6.

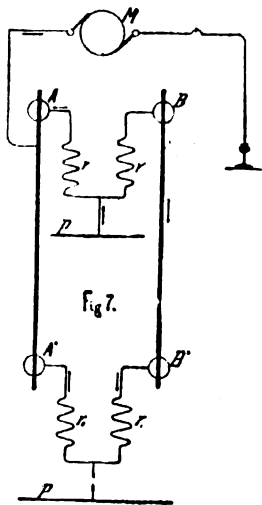
superficiali AB e A'B', collegati ancora ai capi dell'avvolgimento fatto sulle branche degli interruttori che non variano nè per la loro costruzione nè per la disposizione delle bobine eccitatrici. L'asta di contatto è rappresentata invece da due segmenti paralleli disposti in modo da strisciare il primo a contatto colla serie dei blocchi BB'....., il secondo colla serie AA'.....; l'attacco del cavo di presa per i motori è fatto sull'asta A A'.

Così restando le cose, vediamo subito che il funzionamento dell'interruttore è ancora uguale a quello che già conosciamo. Infatti, ancora in questo caso per l'adescamento d'un primo interruttore è necessario servirsi della batteria d'accumulatori E come nel caso avanti, per mezzo del controller o di un interruttore, questa può chiudersi in circuito sui due segmenti di sbarra, la corrente risultante dalla resistenza R'' e da quella delle bobine eccitatrici percorrendo quest'ultime provoca l'azione dell'interruttore ponendo a contatto i carboni K K'; chiuso l'interruttore la corrente principale del cavo P riversandosi sui motori mantiene questo contatto.

In questa posizione la batteria può ancora essere esclusa bastando per l'adescamento delle altre cassette la stessa corrente assorbita dai motori. Immaginiamo perciò che la vettura si sia avanzata fino a portarsi in contatto con una coppia successiva di plot, avremo quindi formata con questa un sistema di biforcazione a due branche; la prima formata dalla sola bobina r, supposto che sia in fig. 7 la cassetta su-

periore quella che alimentava i motori, la seconda formata dalle due bobine r_1 ed r_1' e della r' ; la resistenza di questa seconda branca è uguale a tre volte quella della prima, quindi le due bobine r_1 ed

r_1' eccitano l'interruttore di questa seconda cassetta, saranno in questa posizione della sbarra percorsi da una corrente il cui valore sarà uguale ad $\frac{1}{4}$ di quello della corrente totale consumata dai motori della vettura.



Ora, se teniamo conto di un consumo minimo di corrente nei motori, potremmo sempre calcolare l'avvolgimento delle due bobine messe in serie, tale che con $\frac{1}{4}$ del valore di questa minima corrente, si abbia l'adescamento dell'interruttore. Posta così in circuito questa seconda cassetta si può benissimo abbandonare la prima, e poichè tanto la sbarra quanto i plot di contatto di quest'ultima sono ad un medesimo potenziale, il distacco avverrà senza scintille.

Notiamo qui subito che colla presente disposizione la resistenza F_e fra i vari segmenti dell'asta di contatto che vedemmo adoprata in fig. 1 non è più necessaria, in altri termini diremo cioè, che mentre nel primo caso era conveniente dare a questa un certo valore derivante dall'ammessa resistenza totale della sbarra, qui può farsi di resistenza infinita, lasciando addirittura isolati l'uno dall'altro i due segmenti paralleli.

Questa seconda disposizione che non costituisce che una semplice derivazione della prima, può essere favorevolmente adottata per la trazione sulle ferrovie dove i plot di contatto possono essere sostituiti da prese a rotaia, e la sbarra raccogliitrice da semplici pattini.

∴

Venuti così a conoscenza dell'insieme degli organi principali che costituiscono il sistema, potremo concludere con alcune affermazioni.

Il sistema che a tutta prima potrebbe sembrare complicato dato l'impiego di elettrocalamite e di tante quante sono le cassette, risulta invece della massima semplicità; l'organo vitale ed il solo che potrebbe *a priori* sembrare delicato è appunto l'insieme dell'elettrocalamita comprendente il coltello ed il contatto K; però in merito al principio semplice su cui fondasi il funzionamento, possiamo asserire

senza incorrere nella più lieve esagerazione che per la sua combinazione è di robustezza e sicurtà tale da competere con la stessa scatola che lo racchiude, la cui costruzione è abbastanza grossolana.

Ed infatti l'unico inconveniente pericoloso a cui potrebbe tendere questo apparecchio è la mancanza d'isolamento, e perciò il pericolo di una bruciatura nelle bobine eccitatrici, cosa, del resto, che pur rendendo inatta la cassetta, non porterebbe incaglio nel servizio. Questo però non potrà mai avvenire e lo si dimostra facilmente.

Abbiamo visto che i due capi del conduttore avvolto sulle branche della calamita, ed appunto i due che pongono in serie le bobine si collegano sulla calamita stessa, abbiamo pure già visto quali vantaggi apporti questa disposizione, ora possiamo dire di più ancora.

Quando la corrente percorre, sia nella prima quanto nella seconda fase, le bobine, investe la calamita stessa, mantenendo nullo il valore della differenza di potenziale fra le bobine e la calamita. Ora è chiaro che non essendovi differenza di potenziale, non vi ha bisogno nè di un grande isolamento fra le due parti, nè vi ha timore che per una perdita qualunque a terra abbiano a verificarsi guasti (bruciature) nelle bobine. L'isolamento dell'elettrocalamita con la cassetta abbiamo visto potersi fare assai elevato, potendolo ottenere con l'interposto di una base in porcellana.

L'interruttore e l'armatura sono ridotte alla massima semplicità. Nell'insieme si esclude il perno, che per un'ossidazione qualunque potrebbe essere dannoso alla rapidità di chiusura ed apertura del circuito: il coltello oscilla così sulle due punte regolabili, perchè formate dai due bulloni in bronzo avvitati sui due sopporti in ottone fissati alle branche della calamita, e ciò è tutto quanto vi è di pericoloso, se pure si può chiamar così quest'insieme, e a confronto di infinità di meccanismi annessi alle lampade ad arco esposte alle intemperie e meno protetti di quello che non siano le cassette qui descritte, funzionano per anni e anni senza bisogno di essere riparati e dando ottimi risultati.

Uno dei punti più importanti a cui deve tendere lo studio di simili apparecchi è quello della rapidità con cui si deve ottenere l'apertura e la chiusura del circuito, causa il movimento degli organi interruttori, essendo questa proprietà non solo una caratteristica del pregio a cui può tendere il sistema, ma ancora una funzione della velocità dei veicoli che transitano sulla via e della quantità di cassette impiegate. L'azione rapida dell'organo mobile è il punto principale dell'insieme. Il pensare di ottenere un'azione energica vuol dire disporre di calamite relativamente potenti; e qui si potrebbe fare un confronto e

dedurne i vantaggi che questi sistemi hanno da questo lato sugli altri, nei quali il movimento dell'organo interruttore è provocato dall'azione di elettrocalamite portate dal veicolo stesso; però non riguardando ciò lo scopo di questa descrizione, ci limiteremo a mettere in evidenza, per quanto risulti da sè e dal solo esame del sistema, la possibilità di risolvere meglio il problema con quest'ultimo, anzichè con gli altri sistemi a sbarra magnetizzata.

Si sa che mentre è possibile avere delle calamite potenti finchè in esse il circuito magnetico è chiuso e la riluttanza del circuito stesso è piccola, la loro potenza, fermo restando il valore della sorgente elettrica, si riduce di valore assai elevato se il circuito viene tagliato e se si aumentano i traferri costituiti d'aria e da sostanze poco magnetiche. Nel sistema qui descritto il circuito magnetico può considerarsi chiuso, e la riluttanza del circuito stesso di valore assai piccolo, data dalla piccola mole della calamita stessa ed il limitato numero di traferri. In queste condizioni la formazione del flusso magnetico è istantanea, e l'azione dell'armatura assai rapida. Il ritorno alla posizione di riposo dell'organo mobile è provocato dalla eccedenza di peso della parte opposta a quella del contatto K; così non abbisognano impieghi di molle, essendo un contrappeso molto più indicato, tanto dalla parte della sicurezza della sua azione, quanto per la durata.

L'elettrocalamita ed il coltello interruttore costituiscono un tutto unico, e quest'insieme, che è fissato alla base della scatola per mezzo di quattro viti, può essere tolto in pochi minuti, ed in pochi minuti essere sostituito con un altro; e questo ha anche grande importanza, poichè pure anche ammesso che possa avvenirne un guasto, il che è cosa difficile, si ha il vantaggio che anche senza interrompere il servizio ed in tempo minimo si può rimettere in attività la scatola; per cui è da suggerirsi la disposizione delle cassette fuori binario.

Così passato in esame molto superficiale la cassetta, diremo ancora due parole sulla sbarra, e completeremo.

La sbarra, della quale abbiamo vista la costruzione, rappresenta una parte non trascurabile della vettura. Poichè è dessa che deve raccogliere la corrente, e che è destinata a strisciare continuamente sulle parti dei contatti affioranti il suolo, deve garantirci una sicura aderenza e nello stesso tempo non deve oltrepassare un certo peso. In questi sistemi la sbarra funziona in assai migliori condizioni che nei sistemi a contatti magnetici: qui la sbarra ha solo scopo di raccogliere la corrente, che è la sorgente del flusso magnetico; per questo, oltre che al sovrabbondante peso cui è gravata, concorre ad aumentare l'attrito fra sbarra e contatti la stessa azione magnetica, attra-

zione che può raggiungere parecchie centinaia di kg., quindi se non si pensasse in questi sistemi a diminuire il peso a qualche decina di kg. il lavoro di perdita potrebbe acquistare un valore inammissibile. Ora, se teoricamente si può pensare ad impiegare delle molle per sorreggerla e diminuirne l'aderenza, e se pure queste molle anche praticamente possono essere impiegate, è bensì chiaro che il funzionamento di esse non può raggiungere quella perfezione necessaria per garantirne un perfetto servizio.

Gli è quindi guidati da queste considerazioni che si è pensato alla costruzione della sbarra, come già abbiamo accennato. Ridotta così leggera, libera da organi che per causa di umidità causata da acqua piovana, che spesso inonda quasi la strada, e che per la forza centrifuga acquistata dalla rotazione delle ruote viene spruzzata nell'interno del *truk*, potrebbe influire sul buon andamento del servizio, ci si presenta sotto un ottimo punto di vista, e ce ne suggerisce l'impiego. Scevra quindi in gran parte di quegli inconvenienti che influiscono sull'impiego di tali sistemi di distribuzione, si può presentare questo nuovo sistema, il quale, data la sua semplicità di costruzione, data la facilità di montaggio e smontaggio, dato infine l'impiego di materiale poco costoso per la fabbricazione delle diverse parti che la compongono, può essere utilizzato senza che il suo prezzo superi quello della linea aerea, che mentre quest'ultimo sale sovente a L. 18.000 al km., il sistema qui esposto non oltrepassa, anche per quelle linee ad un solo binario, le lire 20.000.

Per quanto questo prezzo sembri a tutta prima un po' troppo basso, pure fu dedotto da una serie di preventivi richiesti ad alcune Case del genere. La cassetta in ghisa, che è appunto in questi giorni in fonderia presso le Acciaierie di Cornigliano Ligure, pesa circa 40 kg., quindi anche ammesso che si debba pagare la ghisa a L. 0,32 il kg., avremo un prezzo riferito alla sola materia prima di L. 12,80; la lavorazione di essa comprende il solo aggiustaggio dei quattro lembi di combaciamento del coperchio interno e del fondo, numero 8 fori filettati e 8 viti a testa cilindrica; coi mezzi di lavorazione cui è possibile disporre al giorno d'oggi e con un'adeguata suddivisione del lavoro, il tutto può essere fatto in poco tempo e con piccola spesa, che si può ritenere la cassetta ultimata a L. 20.

L'interruttore ci fu preventivato L. 15, L. 2 il supporto in porcellana, altre L. 5 il morsetto in bronzo M ed il carbone col blocco in zinco, ciò che in totale ci porterà ad una spesa di L. 22.

Possiamo quindi ritenere il prezzo della cassetta completa a L. 50; ciò ci porta per naturale conseguenza che ammesso di impiegare 200

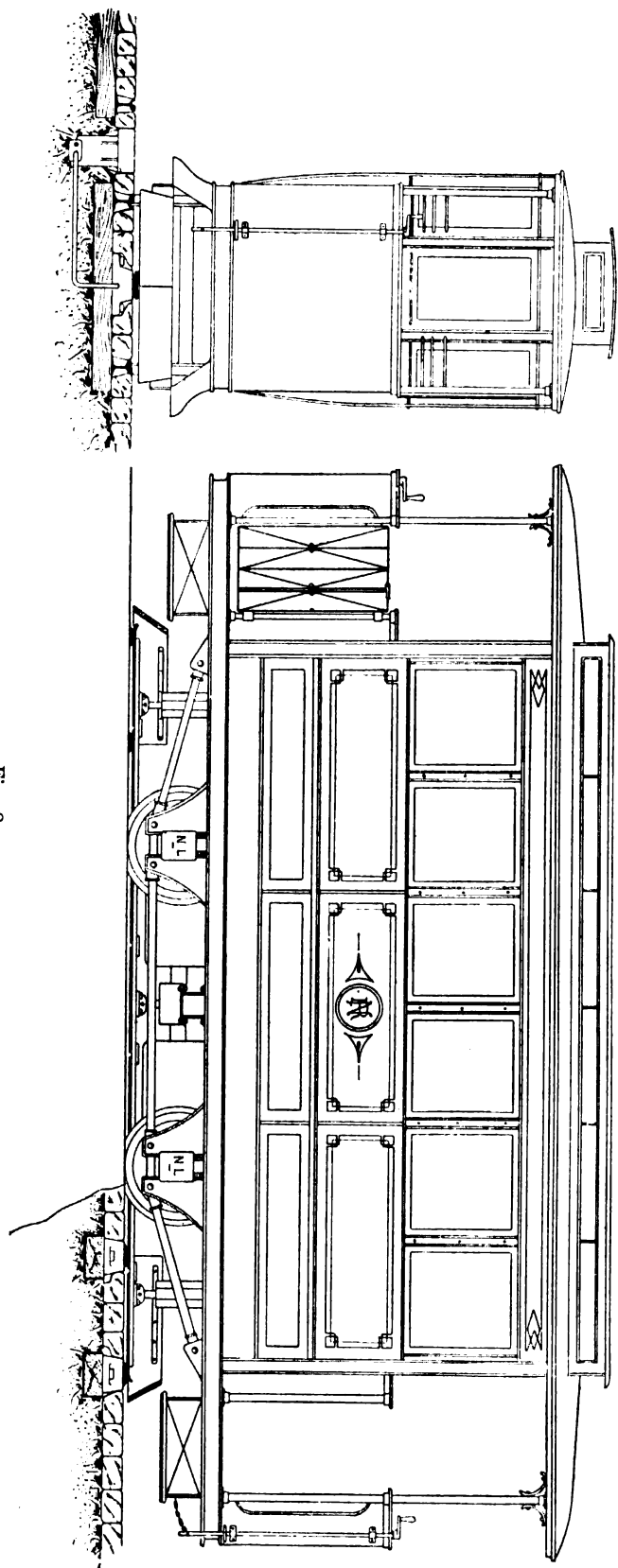


Fig. 8.

cassette per km., e quindi 400 plot di contatto, i quali ci furono preventivati da una Casa di Torino a L. 5 caduno, avremo una totale spesa di materiale uguale a L. 12.000, che aggiunte a 3500 lire di cavo ad alto isolamento (preventivo di una Casa italiana), sommeremo ad una quota di L. 15.500; resteranno quindi ancora disponibili L. 4500 per la protezione del cavo e la messa in opera delle cassette, per giungere al preventivato costo di L. 20.000.

Già da qualche tempo iniziammo una serie di esperienze coll'apparecchio qui presente, che, come avrò ora il piacere di far loro osservare, ci fu possibile dimostrare praticamente l'esattezza di quanto ho fin qui spiegato. Esso ci fu costruito dall'Officina elettrica della Società Esercizio Bacini, per gentile consenso della Direzione, alla quale sento qui il dovere di porgere sentiti ringraziamenti, come pure ringrazio vivamente l'egregio amico e socio ing. Rodocanachi, per l'opera sua attiva e intelligente con la quale mi fu di aiuto a portare a termine questo mio lavoro, l'egregio prof. ing. Rumi e l'ing. Cordoni, che ebbero per noi copiose parole d'incoraggiamento, ed infine un gentile pensiero a tutti loro, signori, per avermi onorato di loro presenza.

N. 25.

L'AUTOMOBILISMO
SOTTO IL PUNTO DI VISTA MILITARE

SCHEMA DI UN SISTEMA AUTOMOBILISTICO PER USO MILITARE

NOTA

del Signor GIULIO DOUDET

Capitano d'Artiglieria

letta alla Sezione di Torino la sera del 28 Giugno 1901 ⁽¹⁾

(Con una figura).

PARTE I.

***Bisogni e contingenze di guerra
nei quali è possibile l'impiego di un sistema
di automobilismo.***

Per analizzare i movimenti che avvengono nel tempo di guerra è necessario che gettiamo un rapido sguardo sul quadro che ci presenta un esercito operante.

In genere quello che in una guerra ci colpisce maggiormente sono le mosse e le azioni della parte combattente dell'esercito, ma noi ora dobbiamo protendere il nostro sguardo molto più in là e studiare più addentro la vita complessa di questo grande organismo.

Si può dire che, attualmente, in tempo di pace, questo organismo non esiste che embrionalmente. Allo scoppio della guerra sopraggiunge l'ordine di mobilitazione a fecondare questo embrione nel seno della madre patria. Ed allora quasi tutta la vita della madre pare si concentri nel grande concepimento, un rapido ed intenso lavoro in-

(1) Alla sua Conferenza l'autore ha fatto precedere una breve introduzione, nella quale ha richiamato le proprietà più interessanti dei vari sistemi di motori, che possono applicarsi in generale agli automobili.

sorge, le parti lontane si avvicinano e si agglomerano, elementi nuovi si aggiungono, gli organi parziali si delineano, si costituiscono ed incominciano a funzionare, in breve tempo la gestazione è compiuta, l'Esercito è, ha vita e muove.

Come in tutti gli organismi perfezionati, così nell'Esercito, le diverse funzioni sono separate e prodotte da organi speciali, e noi non potremmo valerci di miglior mezzo per analizzarne il vario comportamento che paragonando l'Esercito costituito ed agente al corpo umano vivente.

La parte operatrice dell'Esercito, quella che combatte e decide, è data principalmente dall'insieme delle tre armi, fanteria, artiglieria e cavalleria; esse sono come le dita di una mano che, stretta a pugno, cerca, attacca, resiste, decide la lotta. La cavalleria, per le sue speciali qualità, è anche detta l'occhio e l'orecchio dell'Esercito. Affinchè il pugno venga lanciato nella giusta direzione sul nemico è necessario che l'occhio e l'orecchio dell'Esercito scrutino questo nemico, lo vedano, lo sentano e trasmettano le loro impressioni al cervello, al comando in capo, e che da questo partano gli ordini per l'azione e la direzione del pugno. Ed ecco come si manifesta un doppio ordine di movimenti, di notizie che dalla periferia vengono al centro e di ordini che dal centro si portano alla periferia, simile al doppio giuoco di un sistema nervoso. Ma intanto tutto l'organismo vive e lotta, quindi consuma e produce dei relitti; è necessario che nuova vita accorra là dove fu il consumo, mentre è necessario vengano asportati i relitti nocivi come in un doppio giuoco di arterie e di vene. Come nell'essere umano più brillante è il cervello, ma indispensabile il cuore, così nell'Esercito, più brillante è il comando delle truppe, più modesto, ma non meno indispensabile, l'esatto funzionamento dei servizi. Questo lavoro meno appariscente, e molte volte dimenticato da chi non si addentra a considerare l'azione complessa di un esercito, ha una vitale importanza nell'economia e sull'esito di una guerra ed impegna una somma grandissima di attività.

Il soldato che vive, muove e combatte deve essere mantenuto, armato, curato, vestito, governato, deve poter ricevere ordini e notizie, ecc. Questi bisogni del soldato isolato, moltiplicati per un fattore numerico di centinaia di migliaia di unità, per essere soddisfatti è necessario funzionino e funzionino bene i servizi di vettovagliamento, sanitario, d'artiglieria e genio, dei trasporti, telegrafico e postale, veterinario, vestiario ed equipaggiamento, giudiziario e di polizia. Dietro l'Esercito operante, una fittissima rete di questi servizi s'estende sino al cuore della madre patria ed il movimento di ricambio dev'essere

regolare ed ininterrotto. Gli eserciti operanti moderni sommano parecchie centinaia di migliaia di uomini; dietro ad essi, su larga superficie, altre centinaia di migliaia di uomini debbono muovere, lavorare, agitarsi per procurare ai primi la vita ed i mezzi d'azione.

Tutta l'intensa vita del vario organismo, sino dal suo primo concepimento, può essere, rispetto ai movimenti, classificata come segue:

- a) Movimenti per la radunata dell'esercito;
- b) Movimenti dell'esercito costituito;
- c) Movimenti di notizie dalla periferia al centro;
- d) Movimenti di ordini dal centro alla periferia;
- e) Movimenti sul campo di battaglia;
- f) Movimenti di rifornimenti dal centro alla periferia;
- g) Movimenti di materiali inutili e dannosi dalla periferia al centro.

Per quali di questi movimenti può l'automobilismo essere impiegato?

- a) Radunata dell'esercito.

Per questi movimenti si impiegano le ferrovie e le strade ordinarie; queste, quando i movimenti per ferrovia riescano meno rapidi o meno convenienti. A nessuno, per quanto di eccitabile fantasia, può passare per la mente l'impiego dell'automobilismo in questa contingenza.

- b) Movimenti dell'esercito costituito.

Le grandi unità dell'esercito costituito muovono per via ordinaria, ed, a meno di casi addirittura eccezionali, la via ordinaria è più conveniente della stessa ferrovia (1).

Quindi, per grandi unità: no.

Piccoli reparti. Cavalleria naturalmente esclusa.

Fanteria. Si potrebbe pensare di far seguire la cavalleria da piccoli reparti di fanteria montata su automobili; a questo scopo potrebbe servire il tipo di automobile-omnibus che si adopera per le comunicazioni fra alcuni paesi non rilegati da ferrovie. Il largo impiego delle biciclette nella vita moderna indica però un mezzo più semplice per raggiungere lo stesso scopo.

(1) Un'Armata di tre Corpi d'armata e di una Divisione di cavalleria, a qualunque nazione essa appartenga, necessita, pel suo carico in ferrovia, di circa 300 treni completi. Ammettendo anche che la potenzialità di una linea ferroviaria sia di 24 treni giornalieri, tale Armata, per trasportarsi, per esempio, da Alessandria a Torino (circa 100 km.) per ferrovia impiegherebbe 13-15 giorni, mentre per via ordinaria ne impiegherebbe 4. E ciò senza tener conto di tutte le difficoltà inerenti ad un tale trasporto ed agli inconvenienti di diverso genere ai quali si andrebbe incontro.

Artiglieria. Si sono studiate batterie di cannoni automobili, ma per l'artiglieria da campagna, costretta a percorrere terreno vario, sono idee geniali, ma fantastiche, inquantochè l'automobile non può uscire dalle strade. In Russia, il principe Wladimiro ha studiato batterie trainate da automobili con serventi a cavallo, traino delle batterie sulle strade per mezzo degli automobili, presa di posizione coi cavalli; scopo: risparmiare la forza dei cavalli. A parte la complicazione del sistema, la cosa si comprende poco facilmente in un paese così ricco di cavalli. L'artiglieria combatte generalmente insieme alla fanteria, alla quale è legata; perciò è presumibile che possa compiere le stesse tappe senza sfinire i cavalli; in ogni caso, miglior partito è provvederla di maggior numero e di migliori cavalli.

Grosso carreggio. Il grosso carreggio che segue le grandi unità di guerra fa parte degli organi di rifornimento. Dei movimenti di questi vedremo più oltre.

c, d) Movimenti di notizie e di ordini.

In generale le notizie procedono dal Comando della Divisione verso il Comando in capo e gli ordini provengono da questo al Comando di Divisione per mezzo del telegrafo, mezzo che fino ad ora mantiene il *record* della velocità. Dato poi il necessario agglomeramento delle forze e la loro ubicazione forzata da esigenze di altro ordine, io sono del parere che un cavaliere od un ciclista si presteranno, quasi sempre, alle comunicazioni interne con maggiore facilità, speditezza e sicurezza di un automobile. In ogni modo possiamo notare che per questo genere di servizio, il tipo che si potrebbe impiegare sarebbe quello delle usuali vetturette a benzina di media velocità, perchè in guerra le strade sono ingombre.

e) Movimenti sul campo di battaglia.

I campi sui quali si combatteranno le future battaglie saranno vastissime zone di terreno, sulle quali muoveranno centinaia di migliaia di uomini, di cavalli, di cannoni. La densità delle fronti di combattimento saranno grandissime (1), e queste masse enormi di esseri moventi saranno addensate in uno spazio relativamente limitato, sì che sarà necessario che il loro movimento avvenga al di fuori delle strade e cioè su terreni rotti, coltivati, intersecati da ostacoli di ogni natura. Affinchè tutti gli elementi combattenti abbiano quella libertà di manovra che ad essi è necessaria, abbisogna dunque che nessuno di essi sia

(1) Per densità di un fronte di combattimento s'intende il numero dei combattenti diviso per lo spazio frontale occupato. Questa densità può raggiungere i 9-12-15 e più uomini per metro lineare, intendendo che essi sono distribuiti in profondità.

legato alle strade, e perciò pei movimenti sul campo di battaglia resta naturalmente escluso in modo assoluto l'automobilismo.

Nessuna vettura destinata a seguire a contatto le truppe potrà dunque essere automobile.

Quando un esercito od una parte di esso si prepara a dar battaglia, restringe il suo fronte, sì che dietro ad esso tutta la rete dei servizi si raffittisce, e si comprende come debbano essere usufruite, e perciò ingombre, le strade sul tergo di esso durante questo periodo di crisi.

Venne escogitato, idea genialmente fantastica, mi si permetta di così esprimermi, l'impiego di automobili per trasportare distaccamenti da un punto all'altro del campo di battaglia, sia nella marcia avanti, sia prima dell'ultima fase del combattimento per permettere all'assaltatore di sfondare un punto della linea nemica o di soverchiarne le ali. In una grande battaglia moderna non saranno certamente distaccamenti di poche centinaia di uomini quelli che decideranno dell'esito della immane lotta, saranno i Corpi d'armata le unità che manovreranno, se pure potranno manovrare una volta che la loro direzione tattica sia stata determinata dall'impulso della manovra strategica. Ma ammettiamo pure che si voglia far manovrare in automobile una massa di due brigate di fanteria (4 reggimenti, circa 12,000 uomini), calcolando 50 uomini per automobile, occorrerebbero 240 automobili, i quali dovrebbero trovarsi pronti nel posto opportuno ed avere a disposizione le strade necessarie. Queste poche cifre credo bastino, qualora si rifletta a ciò che è stato prima detto, per classificare l'idea come feci più sopra.

f, g) Movimenti di rifornimento e di sgombero.

Questi movimenti consistono in trasporti di materiali e si eseguono a tergo delle truppe operanti. Essi hanno la massima importanza, perchè dal loro regolare funzionamento dipende la vita, la forza e la capacità di movimento dell'Esercito. Questo movimento di va e vieni è come la pulsazione del cuore dell'Esercito, ed è grande torto considerare questo organo come secondario. Se il cuore è debole, se le sue pulsazioni sono irregolari, l'Esercito ha poca vitalità, rinvigorire le pulsazioni di questo cuore è rinvigorire l'Esercito stesso.

Questi grandi movimenti di materiali si eseguono per ferrovia fino a che ciò è possibile; poi per via ordinaria sino ai carreggi regolamentari delle grandi unità. L'Armata riceve dal paese i rifornimenti e li fa giungere ai Corpi d'armata; questi li inoltrano alle Divisioni, che li distribuiscono alle truppe. Perchè il rifornimento non manchi, presso le varie unità sonvi riserve di materiali che seguono le unità stesse.

In questa categoria di grandi trasporti potremo aggiungere quelli determinati dai movimenti dei parchi d'assedio, costituiti dall'enorme massa di bocche da fuoco, munizioni ed altri materiali di artiglieria e genio che sono necessari per l'attacco delle piazze forti (1).

Tutti questi trasporti possono riunirsi sotto le seguenti forme:

- I) Trasporti dal paese alle Armate;
- II) Trasporti dalle Armate alle unità minori;
- III) Trasporti che seguono le unità;
- IV) Trasporti all'indietro di materiali di rifiuto (2).

Tralasciando questi ultimi per la loro minore entità rispetto ai primi, per dare un'idea dell'importanza di questi movimenti, citerò il fatto che per un'Armata di tre Corpi d'armata ed una Divisione di cavalleria (circa 100,000 uomini), occorrono circa 5000 carri con 15,000 cavalli da tiro, e che calcolando il consumo giornaliero di un uomo ad un kg. e di un cavallo a 5 kg., ogni giorno vengono consumate circa 200 tonn. di materiale diverso. E queste 200 tonn. debbono giornalmente giungere all'Armata e giornalmente defluire sino alle truppe. Aggrava ancora la difficoltà del servizio la ristrettezza dello spazio in cui si manovra, che ha per effetto la concessione di poche strade utilizzabili. La difficoltà di far funzionare questi servizi è tale che è quasi generalmente ammesso che una Armata non possa liberamente manovrare se non ha almeno una linea ferroviaria che la ricollegghi alla base di operazione (3).

Ma tutti questi grandi trasporti si eseguono per strade, per ciò si vede la possibilità di impiegarvi un sistema automobilistico.

La possibilità non vuol dire ancora la convenienza, ed ora appunto ci domanderemo a quali condizioni dovrebbe soddisfare un sistema di automobilismo perchè fosse conveniente impiegarlo nei grandi trasporti di guerra.

(1) Nella guerra 1870-71, davanti a Parigi, semplicemente per *collegare* il parco d'artiglieria d'assedio stabilito a Willecoublay colle stazioni ferroviarie di scarico di Layny e di Nanteuil, occorsero 5000 carri.

(2) Così sono chiamati, alquanto duramente, i feriti, gli ammalati, i prigionieri, i trofei di guerra, ecc.

(3) Così chiamasi quella zona di territorio dalla quale si estraggono le risorse.

PARTE II.

Condizioni di convenienza dell'adattamento dell'automobilismo ai grandi trasporti di guerra.

Prima condizione di una tale convenienza è quella che il nuovo sistema di trasporto abbia un carattere di stabilità e cioè non sia passibile di rapidi e prevedibili perfezionamenti di natura tale da rendere il sistema stesso di una così grande inferiorità rispetto ad un sistema nuovo, da esigerne il cambiamento. La ragione di essere di questa prima condizione appare chiaramente se si pensa alla spesa occorrente per l'impianto di un nuovo sistema di trasporto.

Oltre alla suddetta condizione di stabilità ve ne sono altre: tecniche, d'impiego ed economiche.

Condizione di stabilità. — Perchè il sistema sia stabile è necessario che esso abbia qualità tali da raggiungere i limiti del desiderabile là dove questi limiti sono per loro natura e nelle condizioni odierne raggiungibili, e si avvicini così prossimamente ai limiti del possibile, là dove la perfezione non è raggiungibile, da lasciar la minor latitudine a nuovi perfezionamenti od a permettere solo perfezionamenti di un ordine di importanza trascurabile.

Perciò la stabilità del sistema dipende dal modo nel quale sono soddisfatte le altre condizioni, per la ricerca delle quali esamineremo il modo di funzionare del sistema attuale ricercandone gli inconvenienti ed i desiderabili perfezionamenti.

Prima di addentrarci in questo studio è necessario che vediamo brevemente quali difficoltà presentino le marcie delle grandi unità dell'Esercito, da ciò vedremo quali difficoltà presentino gli spostamenti delle grandi masse. La più grande unità che possa muovere lungo una strada è il Corpo d'Armata, e cioè il Corpo d'Armata (circa 30,000 uomini) è la più grande unità che possa spostarsi interamente da un punto all'altro in un solo giorno e per una sola strada. Un Corpo d'Armata, per esempio, francese, incolonnato su di una strada ha una lunghezza di circa 50 km. e mette a sfilare circa 13 ore. Queste due cifre danno l'idea di ciò che deve essere una marcia di C. d'A. quando si pensi che quando parte la testa, la coda ha da attendere ancora una mezza giornata. Di qui nascono tutte quelle disposizioni complicate per l'incolonnamento della colonna, pel suo scaglionamento, per i riposi, per l'ordine di marcia, per il vettovagliamento, ecc., ecc. Si comprende

che marciando al nemico le prime saranno le truppe combattenti ed in seguito verranno i servizi e si comprende come questi, che sono pur quelli che procurano le relative comodità al soldato, giungano molto dopo di lui. Ho accennato molto sommariamente a ciò affinché si veda a quali difficoltà, di un ordine che forse non salta subito all'occhio, si vada incontro nel movimento delle grandi masse, e perchè si veda come su queste difficoltà abbiano influenza fattori che nel caso comune vengono trascurati.

I) *Peso massimo delle vetture.*

Col sistema di traino attuale e cioè a cavalli, essendo limitata la forza di trazione che si può applicare ad una vettura, perchè non conviene attaccare più di un certo numero di pariglie, si è dovuto limitare il peso massimo dell'unità-carro alle 5 tonnellate. Questo peso è relativamente piccolo ed obbliga molte volte a frazionare i carichi anche quando ciò dà luogo ad inconvenienti e limita, in certi casi, il trasporto di materiali indivisibili eccedenti un dato peso. Questa limitazione è addirittura un nodo di ferro per le artiglierie d'assedio che derivano la loro potenza dal loro peso.

Sarebbe quindi utile poter aumentare il limite massimo del peso dell'unità-carro. Ma anche ammesso che si possieda un motore capace di trainare qualunque peso, è chiaro che il peso dell'unità-carro viene limitato da condizioni estranee al sistema di traino e precisamente dalle condizioni stradali. Le strade comuni colle loro opere d'arte non sono costruite in modo da reggere a pesi eccezionali; mi pare dunque si possa stabilire che il peso massimo dell'unità-carro non debba superare normalmente le 10-12 tonn., in casi eccezionali 20 tonn. Dico eccezionale 20 tonn. perchè la marcia di una colonna di carri di tal peso esigerebbe speciali precauzioni rispetto alla stabilità della strada e delle opere d'arte.

II) *Lunghezza dei carri.*

Alla lunghezza propria del carro, determinato dal suo peso e dal genere di materiale da trasportarsi, si aggiunge la lunghezza del motore, la quale è in generale superiore alla lunghezza del carro, e l'intervallo fra carro e carro. Ogni carro occupa quindi una lunghezza stradale molto superiore a quella necessaria al carro isolato e distaccato. La lunghezza stradale occupata da ogni carro ha una grande importanza nell'economia dei grandi trasporti perchè limita in un certo modo la potenzialità stradale (1).

Se supponiamo di dover trasportare da A a B un convoglio di N

(1) Il carreggio di un C. d'A. francese occupa circa 22 km. di lunghezza stradale.

carri, di cui ognuno occupi una lunghezza l di strada, che la distanza fra A e B sia L e che la velocità di marcia sia v , avremo che il tempo impiegato perchè il primo carro giunga in B è $\frac{L}{v}$ e perchè vi giunga tutto il convoglio è:

$$t = \frac{L}{v} + \frac{lN}{v}.$$

Questa formuletta ci dice due cose:

a) Che con uguale velocità di marcia si può compiere la stessa tappa in minor tempo, o che nello stesso tempo si può compiere una tappa più lunga quando minore è lo spazio occupato da ogni carro.

Una colonna carreggio lunga 22 km. per compiere una tappa di 20 km. colla velocità di 4 km. all'ora impiega ore $10 \frac{1}{2}$. Se la colonna carreggio, perchè ogni carro occupa una lunghezza stradale metà, fosse lunga solo 11 km. farebbe la stessa tappa in ore $7 \frac{3}{4}$, oppure in 10 ore e $\frac{1}{2}$ compirebbe una tappa di 31 km.

b) Che nello stesso tempo si possono portare più carri ad una stessa distanza quando la lunghezza di ogni carro sia minore.

Se una colonna di 2000 carri, lunghi ognuno 10 metri, compie una certa tappa in 10 ore, nello stesso tempo compie la stessa tappa una colonna di 4000 carri lunghi ognuno 5 metri.

La prima ci dice che una diminuzione della lunghezza dei carri accelera i rifornimenti, la seconda che ne aumenta la potenza. Perciò sarebbe desiderabile diminuire la lunghezza dell'unità-carro.

Abbiamo visto che in questa lunghezza va considerata la lunghezza propria del carro, quella del motore e l'intervallo fra carro e carro. Ora non si può pensare di poter influire molto sulla lunghezza propria del carro, la quale dipende dal materiale che è necessario trasportare, si può pensare invece di raccorciare o rendere nulle le distanze fra i carri e le lunghezze dei motori. Però le distanze non possono abolirsi perchè ciò renderebbe troppo rigida la colonna e troppo dipendenti le sue parti. Perciò il limite che si può cercare di raggiungere è quello di rendere nulla la lunghezza stradale occupata dai motori.

III) *Velocità di marcia.*

La velocità di marcia del carreggio attuale viene calcolata a 4 km. all'ora.

Se osserviamo nuovamente la formuletta poco prima trovata:

$$t = \frac{L}{v} + \frac{lN}{v}$$

vediamo che un aumento della velocità di marcia arreca gli stessi van-

taggi, ma in maggiore proporzione, di quelli apportati da una diminuzione della lunghezza dei convogli e cioè accelera i rifornimenti e ne aumenta la potenza.

Quantunque appaia evidente la convenienza di aumentare la velocità di marcia del carreggio, non è lecito spingersi troppo oltre in questo senso perchè non si può ragionevolmente immaginare una lunga colonna di numerose vetture, a piccola distanza l'una dall'altra, percorrenti una strada ordinaria colla velocità di un treno diretto. Dovendosi ogni carro regolarsi sugli altri, tutti dovranno mantenere la velocità che può assumere il carro che si trova nelle peggiori condizioni stradali sia per curve sia per rampe. Perchè nella colonna vi si mantenga il necessario ordine si impone una piccola velocità. Mi pare quindi lecito asserire che la velocità dei lunghi convogli non debba superare 8-12 km. all'ora.

IV) *Lunghezza della tappa giornaliera.*

La potenzialità di tappa del cavallo attaccato ad un traino pesante può largamente valutarsi a circa 40 km. al giorno, eccezionalmente e per brevissimo tempo a 60. La lunghezza della tappa giornaliera influisce moltissimo sulla economia dei trasporti.

Si supponga di dover fare in B un rifornimento giornaliero di materiali situati in A. Sia L la distanza tra A e B e sia N il numero dei carri necessari per il rifornimento giornaliero. Occorrerà stabilire fra A e B un servizio a catena di andata e ritorno, catena di cui ogni maglia sarà lunga quanto è lunga una tappa T e comprendente un numero di carri N. La catena in complesso sarà lunga 2 L perciò le maglie saranno $\frac{2L}{T}$ ed il numero totale dei carri necessari a stabilire il servizio, M, sarà :

$$M = \frac{2L}{T} N,$$

formola che dice essere il numero dei carri necessari al servizio inversamente proporzionale alla lunghezza della tappa giornaliera.

Ricavando L avremo :

$$L = \frac{MT}{2N},$$

formola che dice essere possibile di portare, con un ugual numero di carri, il rifornimento tanto più lontano quanto più lunga è la tappa giornaliera.

Ora questi due fatti hanno una capitale influenza sull'economia dei trasporti, sulla vita e sulla capacità di movimento dell'Esercito. Tutti

gli organi di rifornimento dell'Esercito, che vanno dal paese al soldato, sono strettamente legati da catene di questo genere e perciò mantenuti l'uno dall'altro a distanze che non possano superare dati limiti; il poter aumentare queste distanze, il renderle meno rigide, darebbe a tutti questi organi una maggiore indipendenza, il poter diminuire il numero dei carri renderebbe tutti questi organi più leggeri (1).

La potenzialità della tappa giornaliera dipende dalla lunghezza dei convogli, dalla velocità di marcia e dalla durata giornaliera della marcia. Avendo già determinato i limiti per le altre condizioni non rimane che a fissare il limite della durata giornaliera della marcia. Fatta astrazione dalla conduzione che dipende dall'uomo, il quale ha bisogno di riposare, è chiaro che la lunghezza massima della tappa giornaliera si otterrà impiegando un motore che non abbia bisogno di riposare.

V) Rendimento in peso utile.

Ciò che in un trasporto interessa muovere è il materiale che deve essere trasportato e cioè il carico utile, tutto il resto è peso che si muove inutilmente rispetto allo scopo del trasporto stesso. Col sistema del traino a cavalli, pure concedendo al carro un peso uguale al quarto del suo peso carico, il rapporto fra il peso utile e quello totale messo in movimento (carro, carico, bardature, cavalli, conducenti) risulta di circa $\frac{1}{10}$, per cui il peso inutile messo in movimento è maggiore del peso utile trasportato. La convenienza di accrescere questo rapporto è evidente. Però, per quanto si possa fare in questo senso, è chiaro che questo rapporto non potrà mai diventare uguale ad 1 perchè non si potrà abolire il carro. Per fissare le idee, riterremo che il peso del carro debba essere $\frac{1}{3}$ del carico che il carro stesso può portare, perciò il limite massimo verso il quale si deve cercare di far tendere il rapporto sopra enunciato sarà 0,75. Questa

(1) Per meglio vedere l'importanza delle cose qui dette è bene riferirci ad un caso pratico molto semplice. Supponiamo che un certo corpo di truppe debba ricevere giornalmente una quantità tale di rifornimenti, per cui occorrono 50 carri giornalieri; supponiamo che i materiali di rifornimento sieno situati in una certa località A. Se questo corpo deve allontanarsi di 200 km. dal magazzino situato in A, essendo la tappa giornaliera di 40 km., è chiaro che il numero dei carri necessario per stabilire detto servizio è di 500. Il numero dei carri disponibile limita dunque il raggio di azione della truppa operante. Se invece la tappa giornaliera si potesse portare a 100 km. il numero dei carri necessari sarebbe di 200 perchè la truppa si potesse allontanare dal suo magazzino di 200 km., possedendo invece 500 carri la truppa stessa potrebbe allontanarsi di 500 km. Queste cifre dimostrano forse più chiaramente la grande e diretta influenza della lunghezza della tappa giornaliera del carreggio sulla libertà di manovra delle truppe operanti.

supposizione non infirma in modo alcuno le conclusioni che ricaveremo, essa venne fatta allo scopo di potere, in certi casi, sostituire, per maggiore chiarezza, delle cifre nelle formole algebriche.

VI) *Consumo dei motori.*

Tutti i motori quando lavorano consumano, ma il cavallo consuma anche quando non lavora, cioè quando non lavora utilmente per noi, perchè allora lavora per conto suo, cioè, vive. Il peso del materiale consumato dal motore ha una grande importanza nella economia dei trasporti, tendendo a limitare il raggio di azione dei rifornimenti ed il rendimento in peso utile, specialmente nelle regioni prive di risorse o rese tali dal nemico.

Supponiamo che una pariglia possa trainare 1000 kg.; di questi 250 apparterranno al carro e 750 al carico. Se calcoliamo che il consumo giornaliero della pariglia e del conducente sia in peso di 20 kg. e se supponiamo che i materiali di consumo non si trovino sulla sua strada e debbano perciò essere portati sul carro stesso, vediamo che quel carro potrà allontanarsi al massimo di 19 tappe dal suo punto di partenza (19 di andata, 19 di ritorno, totale 38 giorni di marcia, 760 kg. di consumo in peso), ma in questo caso porterà un carico utile zero. Se questo carro dovesse allontanarsi di 10 tappe dovrebbe portare 400 kg. di materiale di consumo e quindi solo 350 di peso utile, ed il rendimento in peso utile del trasporto scenderebbe al disotto di $\frac{2}{10}$ (1).

(1) Il caso nel quale massimamente si manifesta l'enorme influenza del consumo del motore sull'economia dei trasporti e dei rifornimenti è quello delle guerre coloniali in regioni deserte o quasi. In genere il trasporto viene eseguito mediante animali da soma; ora se noi supponiamo che un mulo possa someggiare 100 kg. di carico utile, che mulo e conducente consumino 5 kg. al giorno, che la tappa media giornaliera, marciando continuamente, sia di 30 km., è chiaro che un convoglio così composto non potrà allontanarsi dal luogo di rifornimento, che è in genere presso la costa, più di 10 tappe e cioè di 300 km. Ma questa è la distanza limite perchè il carico utile trasportato sarebbe zero. Supponiamo invece di doverci allontanare di 7 tappe (circa 200 km.), in questo caso ogni mulo dovrebbe portare 70 kg. di materiali di consumo e 30 di carico utile (allontanandoci 8 tappe il carico utile scende a 20 kg). Supponiamo ora di dover portare dei rifornimenti ad un corpo di truppe, per esempio, di 1200 uomini che consumino 1 kg. al giorno e sieno a 200 km. dalle coste. Sarà necessario che ogni giorno arrivino 40 muli e che siavi perciò una catena di 14 maglie, ognuna di 40 muli, tra le truppe ed il magazzino, e cioè 560 quadrupedi. Se quel piccolo corpo vuol procedere avanti di 30 km. (una tappa) i muli occorrenti pel rifornimento giornaliero dovranno essere 60, le maglie 16, perciò i quadrupedi occorrenti 960. Lo spostamento di 30 km. esige in questo caso l'aumento di 400 quadrupedi (si noti: per 1200 uomini).

Ciò spiega l'enorme difficoltà delle guerre coloniali, per quanto riguarda i servizi e le impossibilità, in qualche caso, di poter procedere senza il soccorso di una ferrovia.

Il minor consumo del motore è dunque vantaggioso nel senso che allarga il raggio d'azione dei servizi ed aumenta il rendimento in carico utile dei trasporti.

Un limite minimo al consumo in peso dei motori non si può fissare, ma questo limite è certamente diverso da zero, perchè per muovere è pur necessario consumare qualche cosa. Intanto si potrà stabilire la condizione che il motore non consumi quando non lavori utilmente.

Siccome poi per muovere occorre spendere un'energia, è necessario, affinchè il consumo in peso sia minimo, che l'energia sia immagazzinata sotto una forma leggiera e che il trasformatore dell'energia in lavoro meccanico sia di grande rendimento.

VII) *Presenza di esseri animati nei convogli.*

Un convoglio treno per un trasporto di una certa importanza è formato di numerosi carri, numerosi cavalli, numerosi uomini.

La presenza di un numero rilevante di essere animati esige un'attenta sorveglianza, perchè l'ordine venga mantenuto, e l'ordine viene mantenuto tanto più facilmente quanto minore è il numero delle volontà ragionevoli o brute che debbono essere sottomesse.

Tutti questi esseri viventi e moventi esigono grande spazio per vivere e muovere, cure e riguardi speciali per la loro conservazione; sarebbe quindi vantaggioso poter diminuire il numero degli esseri viventi nei convogli. Ma anche questa diminuzione ha un limite, e di fatto qualunque automobile vivente o meccanico ha bisogno, per essere veramente automobile, dell'imposizione della volontà umana, e perciò, dovendo avere ogni carro conduzione propria, il minimo numero degli esseri viventi in un convoglio è dato da un numero di uomini uguale al numero dei carri, e cioè il limite è un uomo per carro.

VIII) *Conduzione.*

Affinchè ogni carro possa mantenere il proprio posto nella colonna, condizione *sine qua non* di una marcia regolare, è necessario che ogni carro abbia una conduzione propria e talmente sensibile da potere ottenere la desiderata condizione alla velocità di marcia stabilita sui comuni percorsi stradali.

IX) *Semplicità di meccanismi e di manovra.*

Tale condizione deve pure essere soddisfatta per due principali ragioni: 1° perchè le condizioni del tempo di guerra sono sempre critiche e le macchine debbono poter fare a meno di certi riguardi e di certe cure che si possono avere in tempo di pace, sia per deficienza di mezzi, sia per incuria del personale; 2° perchè non sia difficile il reclutamento del personale da adibire alla conduzione delle macchine stesse.

X) *Materiale di consumo.*

Vedemmo già che, per favorire l'economia del trasporto, è necessario che il materiale di consumo sia una forma leggera d'immagazzinamento di energia; ma non basta, giacchè è chiaro che necessita anche che questo materiale sia facilmente trasportabile, conservabile e soprattutto sia di facile rifornimento, intendendo con ciò che sia facile di trovarlo sul posto e di farlo arrivare alle macchine che lo consumano.

Questione economica. — È naturale che a questo riguardo si deve porre per condizione che la spesa d'impianto e d'esercizio sia minima. La difficoltà sta nel fissare un limite a questo minimo. Circa alle spese d'impianto, considerando l'importanza che può avere una guerra sull'avvenire e sulla vita di una nazione, considerando i vantaggi che il nuovo mezzo di trasporto può apportare all'azione di un esercito operante, non si può neppure facilmente stabilire un limite massimo che non conviene superare.

Circa la spesa d'esercizio, è bene stabilire un fatto della massima importanza. L'esercizio avverrebbe nel tempo di guerra, in un periodo cioè di crisi straordinaria; ciò che importa non è fare economia, è vincere, anche perchè il vinto paga le spese; perciò deve ritenersi che il rendimento economico industriale del nuovo mezzo ha un'importanza affatto secondaria. Quando una nazione giuoca il tutto per il tutto, sarebbe ridicolo non si valesse di una forza potente collo specioso pretesto che il suo impiego non è economico.

Sulla questione economica è quindi bene mantenersi molto sulle generali; certo, se il nuovo sistema sarà più economico dell'attuale, avremo una ragione di più per favorirlo.

Lasciando perciò da una parte il lato economico del problema, riunendo in un decalogo le deduzioni fatte, potremo dire:

Perchè sia conveniente che un nuovo sistema di traino venga sostituito all'attuale, è necessario che soddisfi alle seguenti condizioni di ordine tecnico e d'impiego, condizioni che, se soddisfatte, assicurano al nuovo sistema l'indispensabile carattere di stabilità, e perciò condizioni necessarie e sufficienti:

I) Che si possano trainare veicoli di un peso normale inferiore od uguale a 10-12 tonn. ed eccezionale di 20;

II) Che si rendano minime le lunghezze stradali occupate dai motori, cercando di farle tendere al limite zero;

III) Che in condizioni medie stradali si possa, con un lungo convoglio, mantenere una velocità da 8 a 12 km. all'ora;

IV) Che si impieghino motori che non abbiano o quasi bisogno di riposare;

V) Che si renda massimo il coefficiente di rendimento in peso utile del trasporto ;

VI) Che il consumo dei motori sia minimo in peso, e cioè che la forma di immagazzinamento dell'energia sia leggiera ed i motori di grande rendimento ;

VII) Che si renda minimo il personale da adibirsi al traino, avvicinandosi per quanto è possibile al limite di un uomo per veicolo ;

VIII) Che ogni veicolo abbia conduzione autonoma e talmente sensibile da poter mantenere il proprio posto nella colonna ;

IX) Che gli organi meccanici sieno semplici e robusti, che la manovra, la conduzione e la conservazione siano facili ;

X) Che il materiale di consumo sia di facile rifornimento, trasporto e conservazione.

PARTE III.

Condizioni attuali dell'automobilismo di fronte alle esigenze del suo impiego sotto il punto di vista militare.

Non resta che a domandarci: Può l'industria moderna darci un automobile che soddisfi alle condizioni sopra espresse? E rispondere a questa domanda colla scorta di quello che conosciamo sui caratteri dei tipi di automobili forniti dall'industria moderna.

Automobile elettrico. — Viene subito escluso dal fatto che trasporta un peso utile molto piccolo rispetto al peso totale; che è di rifornimento difficilissimo, se non impossibile; che ha bisogno di riposarsi lungo tempo.

Automobile ad aria carburata. — Come si presenta oggidì, mal si presta al trasporto di grossi pesi a piccola velocità; non è facilmente regolabile rispetto alla velocità ed alla coppia motrice; è macchina molto delicata. Quindi anche questo va escluso, benchè per il resto risponda quasi completamente alle esigenze stabilite.

Automobile a vapore. — Risponde alle condizioni richieste, ma in modo relativo. Non può aver grande rendimento in peso utile, sia per il peso proprio (caldaia e motrice), sia per il peso dei materiali di consumo (carbone ed acqua), presenta difficoltà di rifornimento sia pel volume occupato dal carbone, sia per la grande quantità d'acqua che

consuma (il rifornimento della quale, per quanto facilmente rinvenibile, può essere facilmente causa di disordine e di ritardo in una lunga colonna), è macchina di maneggio complesso, richiedente quasi sempre due uomini, di cui uno specialista. Perciò non presenta la necessaria stabilità, specialmente rispetto alle caldaie, al cui riguardo vi è speranza di prossimi perfezionamenti, come quello, ad esempio, dell'abolizione del rifornimento dell'acqua. D'altra parte, essendo anche gli automobili ad aria carburata in via di progresso, quando l'industria potesse presentarne uno capace del traino pesante e facilmente regolabile, questo avrebbe la preferenza per il suo peso inferiore, pel minor consumo in peso e per la maggior facilità di trovare individui capaci di guidarlo.

Per queste ragioni io escluderei anche gli automobili a vapore.

Locomotive stradali. — Pare che in Italia le locomotive stradali godano di una certa preferenza. Si dice di fatto, dai sostenitori di questo genere, che la locomotiva stradale garantisce fin d'ora dei risultati superiori a quelli che sono stati raggiunti dagli automobili; che il progresso realizzato nella costruzione di queste macchine è consacrato da un'esperienza più che decenne, e non lascia alcun dubbio sulla loro attitudine ai servizi di guerra.

Io mi permetto di essere di un contrario parere; prima di tutto perchè la locomotiva stradale obbliga a formare dei treni di carri quasi rigidamente connessi, per cui può essere impedita o per lo meno resa difficile la marcia per strade strette e tortuose; in secondo luogo, perchè una locomotiva stradale, per quanto potente e perfetta, ha un coefficiente di rendimento in peso utile molto piccolo e, ciò che è più importante, indipendente dalla sua costruzione. Questo coefficiente si aumenta alquanto caricando del peso utile sulle locomotive stesse e facendolo funzionare da peso aderente; ma facilmente si scorge come ciò non sia sempre possibile.

Il piccolo rendimento delle locomotive stradali, indipendentemente dalla loro costruzione, può dimostrarsi col calcolo.

Supponiamo di avere una locomotiva stradale di peso P ed ammettiamo pure che sia tutto peso aderente, e cioè che tutte le ruote della locomotiva siano ruote motrici, e sia Q il peso del rimorchio. Supponiamo che questa locomotiva percorra una strada inclinata di α sull'orizzonte, che a sia il coefficiente di aderenza ed f quello di trazione su strada piana. Affinchè possa avvenire il movimento del traino, essendo Q il peso massimo del rimorchio, è necessario sia soddisfatta l'eguaglianza:

$$a P \cos \alpha = (P + Q) f \cos \alpha + (P + Q) \sin \alpha,$$

da cui:

$$aP = (P + Q)(f + \operatorname{tang} \alpha),$$

e:

$$P(a - f - \operatorname{tang} \alpha) = Q(f + \operatorname{tang} \alpha),$$

$$P = Q \frac{f + \operatorname{tang} \alpha}{a - f - \operatorname{tang} \alpha}.$$

Ammettendo il peso utile U uguale a $\frac{3}{4}$ del peso totale rimorchiato Q , avremo il coefficiente ρ di rendimento in peso utile:

$$\rho = \frac{U}{P + Q},$$

e sostituendo:

$$\rho = \frac{\frac{3}{4} Q}{Q + Q \frac{f + \operatorname{tang} \alpha}{a - f - \operatorname{tang} \alpha}},$$

da cui:

$$\rho = 0,75 \left(1 - \frac{f + \operatorname{tang} \alpha}{a} \right).$$

Il coefficiente di aderenza a è maggiore del coefficiente di trazione f , pur tuttavia si vede che:

$$\frac{f + \operatorname{tang} \alpha}{a}$$

può assumere anche per piccole pendenze valori molto prossimi ad 1, rendendo perciò ρ molto piccolo. Volendo anche essere larghi e prendendo come valore dell'espressione:

$$\frac{f + \operatorname{tang} \alpha}{a}$$

0,50, ρ diventa 0,30 — 0,35, di dove si vede che il rendimento in peso utile della locomotiva stradale è inferiore, od al massimo raggiunge quello del traino a cavalli.

Per arrivare a questa conclusione, non abbiamo dovuto fare nessuna speciale supposizione sulla maggiore o minore perfezione della macchina, per cui, anche considerando la macchina più perfetta che mente umana possa immaginare, la conclusione alla quale siamo arrivati ha sempre lo stesso valore.

Perciò ritengo che anche la locomotiva stradale debba essere esclusa, perchè, per quanto si possano perfezionare i suoi elementi costitutivi, non potrà mai, per i suoi vizi originali, soddisfare a quelle esigenze che abbiamo stabilite.

Automotori elettrici. — La necessità di impiegarli su percorsi determinati e stabiliti, dimostra, a prima vista, l'impossibilità di adoperarli per usi di guerra.

La conclusione è quindi che l'automobilismo, come si presenta al giorno d'oggi, non si può applicare ai bisogni della guerra, a meno forse di qualche applicazione di secondaria importanza.

La conclusione negativa alla quale siamo giunti, dopo un esame abbastanza minuto del complesso problema, dipende però esclusivamente dallo stato attuale delle cose, stato che va mutando col tempo, ed è da supporre e da sperarsi che in breve nuovi perfezionamenti vengano apportati all'automobilismo in modo da renderlo completamente atto al suo impiego in guerra.

SCHEMA DI UN SISTEMA AUTOMOBILISTICO PER USO MILITARE.

Senza la pretesa di presentare un'invenzione, desidero ora comunicare al benevolo lettore alcune mie idee riguardanti uno speciale sistema automobilistico, che parmi, in linea generale, possa soddisfare alle esigenze stabilite per l'uso militare, ripeto senza nessuna pretesa, ma collo scopo che esse idee possano portare ad un'utile discussione in mezzo a persone certo di me più competenti, e colla convinzione che in ogni caso esse non potranno servire che come guida od indirizzo a chi voglia interessarsi del problema tanto importante dell'automobilismo militare.

L'importanza di questo problema ho cercato di far scaturire dalle considerazioni fatte più innanzi, ma, a questo riguardo, mi piace riportare alcune frasi tolte da uno studio pubblicato a Parigi nel 1899 (1):

« La nécessité de la substitution du moteur mécanique au moteur » animé, par suite de la diminution de la production chevaline et de » l'augmentation considérable du nombre des chevaux, résultant de » l'effectif des armées modernes et surtout de l'accroissement de leur » convois.

« Ce point de vue a bien son importance, surtout pour les nations » où la production chevaline, comme l'Italie, n'est pas suffisante pour » pourvoir d'abord aux besoins de la mobilisation, ensuite au rempla- » cement des vides qui se produiront dans le cours d'une campagne. » Mais, bien que pareille éventualité ne soit point à craindre en France » actuellement, il n'est pas moins vrai que toute mesure qui diminuera » le nombre de chevaux en cas de guerre ne peut être que favora- » blement accueillie et qu'elle mérite d'être étudiée sérieusement ».

Consideriamo un automotore elettrico. Abbiamo visto essere questo un carro provvisto di un motore elettrico che ne anima le ruote. L'energia necessaria viene trasmessa mano mano che viene consumata.

Ammettiamo, per un momento, che questa energia si possa, in un modo qualunque, trasmettere all'automotore durante il suo moto. Allora l'automotore elettrico diventa un automobile rispondente in modo per-

(1) *L'automobilisme au point de vue militaire — État actuel de la question.*
— Paris, Librairie militaire R. Chapelot et C., 1899.

fetto a tutte le esigenze dell'impiego di guerra; di fatto esso è capace di trainare pesi di 10, 12, 20 tonn., il suo motore occupa una lunghezza stradale zero perchè disposto sotto al carro, può avere una velocità media, in medie condizioni stradali di 8-12 km. all'ora, possiede un motore che, si può dire, non ha bisogno di riposare, ha un grande coefficiente di rendimento in peso utile perchè i motori elettrici pesano poco, consuma un peso zero ed ha un motore di grande rendimento, ammette un personale minimo perchè è sufficiente un uomo per la conduzione, può avere una conduzione sensibile fino a che si vuole, ha organi meccanici semplicissimi e grande facilità di manovra, consuma un materiale di facile rifornimento perchè abbiamo ammesso che si possa ad esso trasmettere l'energia durante la marcia.

L'energia da trasmettersi è quella elettrica e questa energia viene trasmessa, almeno fino ad ora, mediante conduttori di filo metallico. È perciò necessario che l'automotore sia riunito, mediante contatti metallici, alla sorgente di energia elettrica. In questo modo funzionano gli automotori più comuni ovverosia i tramways elettrici a conduzione, ma noi non possiamo immaginare di usufruire questo sistema per uso militare.

Il nostro automotore deve muoversi per strade diverse e nuove e deve mantenersi legato alla sede di energia; da questi due fatti nasce spontanea l'idea di far seguire l'automotore dalla sede di energia, dico seguire perchè se la sede di energia passa sull'automotore questo diventerebbe un automobile. Immaginiamo dunque l'automotore corredato da una sede di energia elettrica che lo segue come la propria ombra ed ecco l'automotore reso indipendente come un automobile. Questa essendo l'idea generale facilmente se ne scorge l'applicazione pratica.

Prendiamo un generatore di energia elettrica e carichiamolo su di un carro automotore elettrico, rileghiamo questo carro ed altri automotori alla sede di energia mediante cordoni metallici flessibili ed avremo formato un treno di carri automotori riceventi l'energia durante la marcia. Avremo formato un treno simile a quello che si può formare con una locomotiva stradale, ma colla differenza che i successivi veicoli non sono rigidamente connessi e col vantaggio che ognuno di essi usufruisce pel traino della propria aderenza, avremo in conclusione un sistema del genere di quello ma senza i suoi difetti capitali.

Supponiamo che per produrre un HP occorra un peso p di generatore e che per trainare una tonnellata occorra un numero u di HP, se il peso totale del traino è Q occorreranno uQ HP e perciò un peso

di generatore $p u Q$. Sia r il peso dei motori per HP. Il peso totale Q comprenderà il peso del generatore $p u Q$, il peso dei motori $r u Q$, più il peso dei carri e del carico utile. Chiameremo U il carico utile e supporremo che i carri pesino $\frac{1}{3}$ del carico che possono portare, allora potremo scrivere:

$$Q = p u Q + \frac{1}{3} p u Q + r u Q + \frac{1}{3} r u Q + U + \frac{1}{3} U$$

da cui:

$$Q \left(1 - \frac{4}{3} p u - \frac{4}{3} r u \right) = \frac{4}{3} U$$

per cui il rendimento ρ

$$\rho = \frac{U}{Q} = \frac{3}{4} \left(1 - \frac{4}{3} u (p + r) \right)$$

$$\rho = 0,75 \left(1 - \frac{4}{3} u (p + r) \right).$$

In questa espressione figurano le quantità u , p , r . Di queste u è data dalla condizione delle strade e dalla velocità di marcia e noi non possiamo farla variare da quello che è; p è il peso di generatore per HP ed r il peso dei motori per HP, queste due quantità possono variare e noi otterremo il massimo rendimento quando p ed r sieno minimi; perciò per accrescere il rendimento basta influire su questi due termini, ciò che è, fino ad un certo punto, in potere dei costruttori. Con ciò resta dimostrato che il sistema si presta a perfezionamenti e non ha, come le macchine stradali, un rendimento indipendente dalla sua costruzione. Queste considerazioni ci indicano anche quale sistema di generatore elettrico dovremo impiegare. Esso deve essere leggero e noi, nel caso presente, non abbiamo disponibile che motori a vapore e ad aria carburata; questo essendo più leggero, impiegheremo.

Ed ora possiamo subito formarci l'idea del valore approssimativo che può assumere ρ . Il generatore sarà costituito da un motore ad aria carburata e da una dinamo. Il motore ad aria carburata può dare un HP con circa 20 kg. (quando di una certa potenza), aggiungeremo 10 kg. di acqua di raffreddamento (1), le dinamo un HP con 25 kg., collegamenti 5 kg. per HP, per cui $p = 60$. Il motore elettrico può dare un HP con 25 kg., quindi $r = 25$ e $p + r = 85$. Aggiungiamo $\frac{1}{4}$ per

(1) Per calcolare questo rendimento non va tenuto conto del peso materiale di consumo come si può scorgere nella parte II^a (V e VI).

tener calcolo delle perdite nelle trasformazioni di energia, avremo $p + r = 105$. Per u potremo prendere con molta larghezza 2,5 (2,5 HP trascinano una tonnellata colla velocità di 4 km. all'ora per una strada in pessime condizioni e colla pendenza del 10 %, equivalgono a 5 cavalli animali) e sostituendo avremo ρ uguale a circa 0,5. Questo valore è già abbastanza elevato se si considera che il massimo assoluto è 0,75 e si scorge come esso possa aumentare quando le condizioni stradali siano migliori e quando si riesca ad ottenere generatori e motori che pesino meno.

Il collegamento dei vari automotori può essere fatto mediante cordoni metallici flessibili di cui un capo sia fisso ad un automotore e l'altro capo si avvolga attorno ad una puleggia a molla situata sul successivo automotore e capace di tener sempre teso il cordone. Possiamo anche vedere approssimativamente quale potrebbe essere la costituzione di un treno di questo genere. Supponiamo costruire un carro automotore, portante il generatore, del peso di 12 tonn. — 1/4 del peso è devoluto al carro, restano 9 tonn.; per trainare il medesimo occorrono $12 \times 2,5 = 30$ HP e cioè un motore che pesi $30 \times 25 = 750$ kg. restano disponibili kg. 8250 pel generatore col quale peso si possono generare $HP\ 8250 : 105 = 80$. Di questi 80 HP 30 servono pel traino del generatore, per cui ne rimangono 50 pel traino degli automotori coi quali si possono trasportare tonn. $50 : 2,5 = 20$ per le quali è necessario un peso di 50-25 di motori e cioè kg. 1150 e kg. 5000 di carri, per cui il peso utile rimane di circa 14 tonn. Il peso totale mosso è di 32 tonn. per cui il rendimento è circa 0,5. Le 20 tonn. di peso, diremo così, rimorchiato possono essere divise in un numero qualunque di carri automotori.

Conserva il sistema così definito la proprietà di adattarsi al servizio di guerra?

Nella supposizione prima fatta e cioè di avere dei semplici automotori, ai quali si potesse idealmente trasmettere l'energia necessaria durante la marcia, si vide che il sistema rappresentava il sommo del desiderabile. Il sistema proposto, che potremo chiamare *a generatore mobile*, non è altro che il precedente al quale si sono aggiunti, in una certa proporzione, dei carri generatori.

L'influenza di queste aggiunte si manifesta:

I) Sulla capacità di poter trainare veicoli del peso di 10-12-20 tonnellate? No.

II) Sulla lunghezza stradale occupata dai motori? Sì, perchè noi aggiungiamo dei carri generatori i quali occupano una lunghezza stradale mentre non trasportano alcun carico utile; ma questo aumento

è piccolo perchè può risultare al massimo di 1/3 della colonna (quando gli automotori siano tutti di 10-12 tonn., vedere più sopra) ed in generale è inferiore e ragionevolmente può ritenersi di 1/5 ad 1/6. Questo allungamento è molto piccolo quando si pensi alla oscillazione che subisce una lunga colonna durante la marcia.

III) Sulla velocità di marcia? No.

IV) Sulla durata della marcia giornaliera? No.

V) Sul coefficiente di rendimento di peso utile? Sì, ed abbiamo visto in che modo e come il rendimento stesso si mantenga alto e sia possibile col perfezionamento dei meccanismi farlo aumentare.

VI) Sul consumo in peso dei motori? Sì, perchè il sistema a soli automotori consumava un peso zero ed appunto perciò era un sistema ideale. Ora un sistema pratico deve evidentemente consumare qualche cosa in peso per muovere e la condizione trovata dice che deve essere leggiera la forma di immagazzinamento dell'energia ed i motori di grande rendimento.

Gli olii carburanti sono certamente forme leggiere di energia immagazzinata (1 kg. di petrolio fornisce 10000 calorie, 1 kg. di carbone 8000) ed i motori ad aria carburata utilizzano questa energia meglio dei motori a vapore. Un motore *Diesel* di 20 HP, in esperienze fatte nel 1897 (1) consumò 278 grammi di petrolio per HP-ora indicato al freno, a metà carico normale, cioè in condizioni sfavorevoli di funzionamento. Abbiamo visto che una macchina a vapore *Compound* consuma 2 kg. di carbone per HP-ora. Il motore ad essenze utilizza il 0,20 dell'energia contenuta nel petrolio, un motore a vapore senza condensatore il 0,04 dell'energia contenuta nel carbone. 1 kg. di petrolio consumato in un motore ad aria carburata equivale a circa 9 kg. di carbone consumati in una motrice a vapore.

Appare quindi chiaro da queste brevi considerazioni che il sistema a generatore mobile soddisfa alla condizione del minimo consumo in peso.

VII) Influisce sul personale? Sì, perchè l'aggiunta dei generatori accresce il personale da adibirsi al convoglio in quanto che per ogni generatore saranno necessari per lo meno due uomini, ma quest'aggiunta è piccola ed il numero minimo, in senso assoluto, del personale sarà aumentato solo di 1/3-1/6, aumento, come si vede, di poca entità e che rappresenta un minimo relativo.

VIII) Sulla conduzione dei veicoli? No.

(1) E. HOSPITALIER, *Formulaire de l'électricien*, 17^e ann., 1899. — Paris, Masson et C.

IX) Sulla semplicità degli organi meccanici e di manovra? Sì, ma nel sistema di soli automotori non veniva considerato il generatore dell'energia che necessariamente deve esistere ed anche perciò era un sistema ideale. Nel nostro caso il generatore dell'energia è molto semplice ed è, si può dire, riunito, cioè ne esiste uno in ogni gruppo di carri.

Questi fatti fanno vedere come non sia difficile il reclutamento del numero limitato di specialisti capaci di manovrarli.

X) Sulle facilità di rifornimento, conservazione e trasporto del materiale di consumo? Sì, ma bisogna considerare che tutto questo esisteva in sommo grado nel sistema primitivo perchè lo si era semplicemente ammesso. Il materiale di consumo è costituito da olii carburanti per quali sussiste quest'ultima condizione.

Concludendo vediamo che il sistema proposto risponde in modo quasi perfetto alle esigenze del suo impiego in guerra. Se noi volessimo ricercare in qual modo soddisfa alla condizione di stabilità, dovremmo vedere quale latitudine potrebbero avere i possibili perfezionamenti al sistema stesso; e questi perfezionamenti sarebbero: lieve aumento del rendimento, lieve diminuzione delle lunghezze delle colonne, del peso del consumo, del personale e della difficoltà di manovra. Questi perfezionamenti, che in linea assoluta sono lievi, risultano lievissimi quando non si voglia immaginare di ricorrere a mezzi fino ad ora sconosciuti. Le dinamo ed i motori elettrici sono macchine talmente bene studiate che difficilmente può avvenire di costruirne altre di maggior rendimento e di minor peso delle attuali. I motori ad aria carburata possono subire dei perfezionamenti, quando questi fossero tali da imporre una sostituzione, nel sistema proposto basterebbe mutar questi rimanendo inalterato il resto. Perciò possiamo concludere che il sistema a generatore mobile è stabile.

L'attuazione pratica di un tale sistema non è certo scevra di difficoltà. Tralasciando le difficoltà di minor importanza desidero dire qualche parola riguardo a quella che a me pare la più grande da superare, e cioè quella di costituire il generatore. Abbiamo visto essere perciò necessario un motore ad aria carburata della forza di 80-100-120 HP azionante una dinamo, il tutto disposto su di una piattaforma di carro. Abbiamo visto che la potenza massima dei motori ad aria carburata si aggira sui 25 HP e che essi sono poco facilmente regolabili rispetto alla velocità ed alla coppia motrice. La dinamo deve necessariamente poter lavorare, trattandosi di trazione, sotto un carico molto variabile. Per ottenere la forza desiderata sarà quindi necessario riunire diversi motori facendoli agire su di uno stesso albero. Si potrà

impiegare una dinamo a velocità costante, questo fatto ci esonera dalla regolazione dei motori riguardo alla velocità. Riguardo alla regolazione della coppia motrice potremo servirci principalmente della condizione della velocità costante, del fatto di avere un gruppo di motori e non un solo motore, della considerazione che non dovendo avere un rendimento economico dell'esercizio si potranno inserire delle resistenze passive assorbenti l'energia esuberante che si produce. Certo, ripeto, il problema è difficile ma pur tuttavia nulla può escludere, a priori, la sua risoluzione. Questa anzi è facilitata dal fatto che il motore può liberamente esplicitarsi su di una piattaforma, esigua sì, ma libera di impedimenti, e non deve contorcersi ed adattarsi alla sottostruttura di un carro come nei veicoli automobili ordinari, dal fatto che il motore stesso non è soggetto ad urti ed a scosse violenti come nel caso appunto dei comuni automobili.

L'essere i diversi automotori riuniti da un cordone metallico flessibile non deve preoccupare qualora si pensi a quanto si è detto, e cioè che esso cordone non deve essere rigidamente unito ai due automotori, ma unito in modo che possa svolgersi ed avvolgersi. In tal modo la distanza fra due automotori può variare entro certi limiti, uno dei quali è lo zero e l'altro può essere studiato in modo conveniente. Questo sistema può anzi facilitare la conduzione perchè se, p. e., si stabilisce che gli automotori debbano mantenere un intervallo compreso fra 5 e 10 metri, basterà tingere, ad esempio, in rosso il tratto di cordone compreso fra 5 e 10 metri perchè il conduttore possa regolarsi esattamente rispetto alla sua distanza dal precedente. La possibilità di variare le distanze può essere utilissima nei casi di passaggi difficili e di faticosi avviamenti.

Il sistema presenta alcuni vantaggi suoi proprii che possono pesare favorevolmente nella bilancia di apprezzamento.

I. I generatori sono potenti sorgenti di energia elettrica che può venire impiegata a scopi differenti ed utili alle truppe belligeranti, come ad alimentare riflettori elettrici, pompe, ecc., ecc.

II. Qualora per una certa circostanza di guerra si dovesse fare un lungo e continuato movimento di materiali lungo una determinata linea, come, p. e., attraverso una zona montana, una volta interrotta in modo permanente la ferrovia, si potrebbe costituire, con materiale d'occasione, o preparato o requisito, una doppia conduttura aerea che potrebbe essere alimentata da carri generatori, fermi in posizioni adatte, o per mezzo di altre sorgenti elettriche già situate nelle località vicine per scopi industriali. In questo caso gli automotori potrebbero muovere per contatto. Attualmente, e specie nelle zone montane, esistono molte

e poderose sorgenti di energie elettriche, sì che, al momento opportuno, si potrebbe fare una vera e propria requisizione di HP elettrici. Tecnicamente la cosa non presenta difficoltà in quanto che esistono già automotori capaci di percorrere strade ordinarie per mezzo di contatti mobili. Il gettamento di queste linee aeree sarebbe certamente più semplice del gettamento di una linea ferroviaria per quanto a scartamento ridotto.

In questo caso il sistema si ridurrebbe all'ideale di soli automotori realizzando in tal modo la perfezione assoluta dei sistemi di traino.

III. Il motore elettrico è certamente il più semplice ed è il più facile alla manovra. Il suo piccolo volume, la capacità di poter essere regolato a distanza permette di adattare questo motore a carri già costruiti. Si possono poi costruire facilmente avantreni automotori ai quali si possono adottare retrotreni già in uso. Il gruppo formato da un generatore e da avantreni automotori rappresenta un numero di HP da potersi distaccare da un carreggio che non debba più muovere per adattarsi ad uno che debba muovere.

Mi astengo di parlare della questione economica per non dilungarmi più oltre e per la mia incompetenza. Faccio una sola considerazione: Abbiamo visto, più avanti, che un carro generatore di 80 HP ne lascia circa 50 disponibili pel traino del carico utile. Ogni HP equivale nell'economia dei trasporti a 4 cavalli animali, sia per lo sforzo che è capace di fare nell'unità di tempo, sia per la lunghezza giornaliera del lavoro, perciò 50 HP equivalgono a 200 cavalli. Il valore medio di questo è di circa 1000 lire per cui un sistema di un generatore mobile con avantreni automotori di questa forza e che costasse meno di 200.000 lire sarebbe ancora conveniente economicamente parlando (1).

A questo sistema vennero fatte alcune obiezioni delle quali accennerò e cercherò di confutare solo quelle che hanno un certo carattere scientifico, tralasciando quelle derivate puramente da apprezzamenti personali. Queste obiezioni sono due; la prima, quella che a tutta prima pare rivesta un carattere più grave, osserva che nel sistema

(1) Un programma di studi tecnici, per l'attuazione del sistema, potrebbe così essere ordinato:

1° Studio del generatore.

Scelta del motore ad aria carburata. Studio di un sistema refrigerante a minimo peso e consumo d'acqua. Scelta delle dinamo. Collegamento delle due parti. Regolazione del motore e delle dinamo. Serbatoio per l'olio carburo. Posa del generatore. Manovra del generatore.

2° Studio dell'automotore.

Scelta del motore. Sua regolazione. Organi di direzione. Applicazione a carri, a carreggio esistenti, ad avantreni automotori. Manovra.

proposto avviene una doppia trasformazione di energia (energia meccanica in elettrica ed elettrica in meccanica), e che questa doppia trasformazione disperde necessariamente dell'energia e perciò riduce il rendimento meccanico. Tutto ciò è esattissimo, ma questa doppia trasformazione si fa per ottenere uno scopo essenziale; il disperdimento finale dell'energia si riduce in definitivo a quello dovuto alla trasformazione dell'energia meccanica in energia elettrica; infine ci troviamo nel caso di un'officina meccanica nella quale le macchine operatrici sono distanti fra di loro e distanti dalla generatrice delle forze ed in questa officina molto spesso riesce economicamente conveniente la doppia trasformazione dell'energia per la sua distribuzione, giacchè le trasmissioni meccaniche assorbirebbero una quantità maggiore di energia. Del resto il sistema proposto può paragonarsi, per scorgerne la differenza, ai due sistemi per ora immaginati, a quello composto di soli automobili od a quello delle locomotive stradali. Un automobile, per quanto potente, è rispetto al caso nostro un'officina di piccola potenza e noi sappiamo che la piccola potenza fa diminuire il rendimento meccanico, che nel nostro sistema, a meno la doppia trasformazione, deve essere superiore. Nelle locomotive stradali l'energia viene trasmessa ai veicoli successivi per mezzo meccanico e una perdita deve pure esistere. Ma non basta: se consideriamo un treno rimorchiato da una locomotiva stradale lungo una curva (vedi fig.) formato da tre vetture A, B e C e supponiamo che pel traino delle tre vetture isolate occorranò rispettivamente le forze F , F' e F'' , lo sforzo che deve essere prodotto dalla locomotiva A non è $F + F' + F''$, ma superiore. Di fatto, affinchè la vettura C muova, essendo la direzione dello sforzo MN , è necessario uno sforzo $H'' = \frac{F''}{\cos \alpha''}$, la vettura B col suo rimorchio C sarebbe trainata da uno sforzo $F' + H''$ se questo sforzo avesse la

3° Studio dei collegamenti.

Attacchi e mezzi di attacco. Dispositivi di sicurezza. Esclusione di vetture guaste durante la marcia. Manovre delle vetture. Adattamento di avantreni automotori a carreggio esistente.

4° Studio del movimento per contatto.

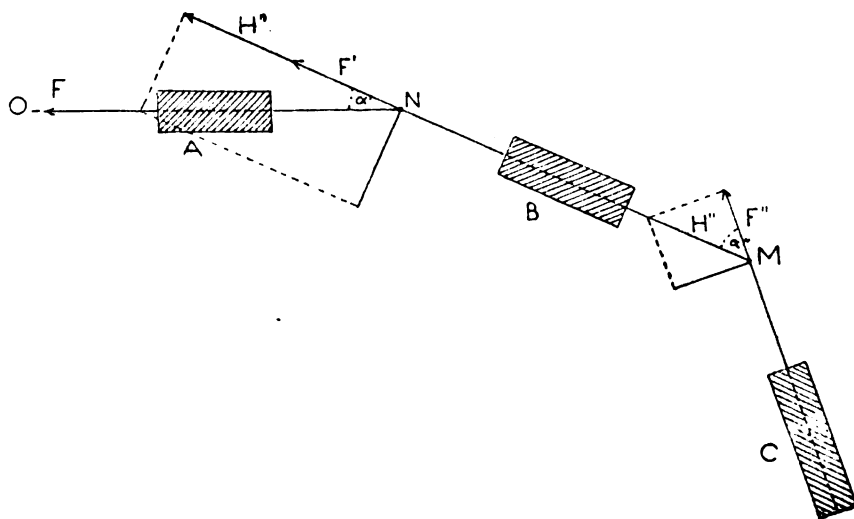
Gettamento di linee aeree provvisorie. Alimentazione delle linee aeree. Scelta dei *trolley*. Manovre di convogli marcianti per contatto.

5° Studio economico del sistema.

Impianti. Esercizio. Rendimento industriale.

Come si vede tutto ciò consiste semplicemente in un'applicazione di mezzi esistenti, applicazione nella quale però non bisogna mai dimenticare che è fatta per uso di guerra.

direzione MN , avendo invece la direzione NO lo sforzo necessario sarà $\frac{F' + H''}{\cos \alpha'}$ ossia $\frac{F'}{\cos \alpha'} + \frac{F''}{\cos \alpha' \cos \alpha''}$ per cui in complesso la



locomotiva generatrice deve produrre, affinché il treno muova, uno sforzo $f' = F + \frac{F'}{\cos \alpha'} + \frac{F''}{\cos \alpha' \cos \alpha''}$.

Se supponiamo che la curva della strada sia formata da un arco di cerchio e le vetture della stessa lunghezza e in un numero qualunque

$$f' = F + \frac{F'}{\cos \alpha} + \frac{F''}{\cos^2 \alpha} + \frac{F'''}{\cos^3 \alpha} + \dots$$

Questa espressione dimostra quanta energia venga dispersa nel caso della locomotiva stradale in causa della trasmissione meccanica, energia dispersa che cresce rapidamente al crescere del numero delle vetture e al diminuire del raggio delle curve stradali. Ora, se pensiamo che in un lungo convoglio che marcia si troverà sempre qualche treno in curva, vediamo che tale perdita ha una grande importanza. Nel sistema a generatore mobile questa perdita non esiste. Concludendo possiamo dire che l'inconveniente rilevato non ha quell'importanza che a tutta prima può sembrare, anche perchè le macchine elettriche sono di grande rendimento.

L'altra obbiezione è che l'idea, non nuova, venne già sperimentata dalla Società delle Ferrovie del Nord in Francia e fece cattiva prova.

A parte la novità o meno dell'idea, tutt'altro era lo scopo che si proponeva questa Società, gli esperimenti della quale erano diretti ad ottenere delle velocità grandissime, per le quali si riteneva che la locomotiva ferroviaria comune non fosse sufficiente, sia per la sua piccola velocità effettiva, sia perchè l'effetto di galoppo rende più facili gli sviamenti nelle grandi celerità. La lotta fra la trazione elettrica e quella a vapore, indipendentemente dal sistema a generatore mobile e fisso, è una lotta che si combatte anche attualmente con varia fortuna. La Società delle Ferrovie del Nord ricorreva ai motori elettrici per usufruirne la grande velocità e regolarità di rotazione, noi vi ricorriamo specialmente per la facilità della distribuzione della energia elettrica e per usufruire dell'aderenza del carico utile. A noi, scopo ultimo la regolarità ed il funzionamento di un servizio, alle società, scopo ultimo il dividendo per gli azionisti. I termini sono troppo eterogenei perchè il paragone regga.

La mia competenza è certo troppo piccola perchè io mi arroghi il diritto di asserire che l'idea del sistema automobilistico a generatore mobile può venire praticamente attuato, ma d'altra parte è necessario, prima di asserire l'opposto, che da una serena e particolareggiata discussione fra persone competenti in materia, scaturiscano ragioni positive, dati di fatto ed argomenti convincenti che lo comprovino.

Non ultimo mio scopo nell'esporre queste mie idee è stato appunto quello che tale serena discussione nasca affinchè da essa possa sorgere qualche cosa di positivo e di utile.

Congedandomi dai pazienti lettori, che coraggiosamente mi hanno fin qui seguito, mando loro un caldo ringraziamento, mettendomi completamente a disposizione di chiunque voglia interessarsi dell'importante questione dell'automobilismo militare e creda di ricorrere in un modo qualsiasi al lieve aiuto delle mie povere forze, lieto se potrò portare anch'io il mio piccolo contributo alla soluzione dell'interessante problema.



N. 26.

NOTIZIE

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEZIONE DI GENOVA.

31 Gennaio 1901, ore 20 1/2. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Processo verbale.*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*
3. *Bilancio preventivo 1901.*
4. *Nomina di un Consigliere della Sede Centrale in sostituzione dell'ingegnere BARBERIS dimissionario perchè passato alla Sezione di Milano.*
5. *Nomina dei Revisori del Conto per l'Esercizio 1900.*
6. *Proposte varie dei Soci.*

Presiede il prof. S. A. Rumi.

Il Presidente comunica l'ammissione a Soci dei signori: Gino Audisio, Anfossi Giovanni, Cristofoni Giuseppe, Società Generale Italiana dei Telefoni, Mario Buffa, Demetrio Rodocanachi.

Propone ringraziamenti alle varie Ditte che si prestarono in occasione dell'Assemblea generale dell'Associazione, che ebbe luogo in Genova nello scorso ottobre.

Propone quindi l'approvazione del Bilancio preventivo pel 1901, che viene discusso articolo per articolo dai Soci presenti.

Si approva l'abbonamento a diversi giornali scientifici e l'acquisto di alcuni libri di elettrotecnica.

A Revisori dei Conti vengono eletti i signori: Capellini Vittorio, prof. Muratori Carlo, ing. Piva Giuseppe. A Delegato presso la Sede Centrale viene eletto l'ingegnere Dossmann Gustavo.

Bilancio Preventivo per l'anno 1901.**ENTRATA.**

1. Fondo cassa presunto al 31 dicembre 1900	L.	902,35
2. Mobili, libri, ecc., esistenti (a calcolo)	»	330 —
3. Quote Soci a L. 25 N. 59	»	1475 —
4. » » 20 » 4	»	80 —
5. » » 35 » 6	»	210 —
6. Entrate straordinarie	»	30 —
TOTALE ENTRATA		<u>L. 3027,35</u>

USCITA.

1. N. 63 quote alla Sede Centrale da L. 10	.	.	.	.	.	.	.	L.	630 —
2. N. 6 » » » » 20	.	.	.	.	.	.	.	»	120 —
3. Fitto locale	.	.	.	.	.	.	.	»	222,22
4. Illuminazione	.	.	.	.	.	.	.	»	60 —
5. Personale	.	.	.	.	.	.	.	»	150 —
6. Riscaldamento e Telefono	.	.	.	.	.	.	.	»	100 —
7. Cancelleria e stampati	.	.	.	.	.	.	.	»	100 —
8. Posta	.	.	.	.	.	.	.	»	40 —
9. Abbonamento periodici e libri	.	.	.	.	.	.	.	»	180 —
10. Mobilio e riparazioni	.	.	.	.	.	.	.	»	50 —
11. Impreviste	.	.	.	.	.	.	.	»	120 —
12. A pareggio	{	Mobili, libri, ecc. L. 330 —	}	.	.	.	.	»	1255,13
TOTALE USCITA								L.	3027,35

30 Maggio 1901. — Adunanza.

Sono presenti il Presidente Rumi, il Segretario, i Soci Simonetti, ecc., nonchè alcuni Soci del Collegio degli Ingegneri ed Architetti e del Collegio degli Ingegneri Navali e Meccanici, invitati alla seduta. Dopo presentazione del signor Luigi Negro, fatta dal Presidente, questi legge la sua elaborata Relazione sul suo « Sistema di conduttura elettromagnetica a contatti superficiali », che al suo termine viene accolta da applausi.

Il Socio Simonetti fa alcune osservazioni sopra il nuovo sistema di presa di cemento, per rispetto specialmente alla velocità dei tram, alle quali risponde il Socio Negro.

Dopo di ciò si toglie la seduta.



Errata-corrigé.

Pag. 186, linea 17 dall'alto — *Herr* invece di *Hen*.

» » » 18 dall'alto — *questa* invece di *questo*.

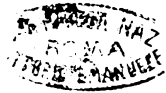
» » » 20 dall'alto — *Zeeman* invece di *Zeemann*.

» 187 » 4 dal basso — *investe* invece di *inverte*.

» » » 2 dal basso — *mantenuto a potenziale costante* invece di *mantenuto, ed a potenziale costante*.

» 188 » 12 e 13 dall'alto — *La deviazione* invece di *L'inclinazione*.

» » » 22 dall'alto — *col negativo una perla* invece di *col negativo una pila*.



Prof. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Giacinto Motta.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Angelo Bertini — Ing. Franco Brioschi — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Alessandro Scotti — Ing. Guido Semenza.

Genova, Via Davide Chiossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Reggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Manfredo Peretti.
Cassiere: Ing. Barnaba Lanino.
Consiglieri: Ing. A. Dalla Noce — Ing. Alfredo Donati — Ing. Cav. Cleto Gasperini — Ing. Pietro Lanino.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Dott. Riccardo Manzetti.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Dott. Quirino Majorana-Calatabiano.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Folinea.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze, Via dei Benci, 10.

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giulio Martinez — Prof. Luigi Pasqualini.

Atto Acc. 713

Vol. V.

NOVEMBRE 1901.

Fasc. 5°.

Pubblicazione bimensile

Conto Corrente colla Posta

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE - TORINO



INDICE.

- N. 27.** — Teoria dei motori a campo rotante disposti in « cascata ». — Lettura del Socio Ing. ANASTASIO ANASTASI, fatta alla Sezione di Roma nella Seduta del 17 maggio 1901 (con 8 figure) Pag. 279
- N. 28.** — Sistemi di sicurezza Negro per ferrovie elettriche e tramvie a conduttore aereo e a contatti superficiali. — Lettura del Socio Ing. DIMITRY RODOCANACHI, fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 22 agosto 1901 (con 3 figure) » 299
- N. 29.** — Verbale della V Riunione annuale dell'A. E. I., nella sede della Sezione Romana (Ing. RAFFAELE PINNA) » 307
- N. 30.** — Gli accumulatori elettrici. — Lettura dell'Ing. GUSTAVO DOSSMANN, fatta all'Assemblea generale ordinaria in Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 » 341
- N. 31.** — Sulla costruzione dei magneti permanenti. — Lettura del Socio Prof. MOISÈ ASCOLI, fatta all'Assemblea generale ordinaria in Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (con 8 figure) » 357

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO

TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO

1901.

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.
Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI.
Prof. GIUSEPPE COLOMBO
Prof. STEFANO PAGLIANI
Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.
Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thóvez.
Milano. — Ing. Carlo Esterle — Ing. Palamede Guzzi — Ing. A. Panzarasa
— Ing. G. B. Pirelli — Ing. Luigi Magrini.
Genova. — Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.
Bologna. — Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.
Roma. — Ing. Ferruccio Celeri — Ing. Italo Brunelli — Prof. Angelo Battelli.
Napoli. — Ing. Franc. Amicarelli — Prof. Ing. Gaetano Bruno.
Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Prof. Michele Cantone.
Firenze. — Ing. Francesco Sizia — Prof. Guido Vimercati.

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)
On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — TORINO

N. 27.

TEORIA DEI MOTORI A CAMPO ROTANTE DISPOSTI IN *CASCATA*

LETTURA

del Socio Ing. ANASTASIO ANASTASI

fatta alla Sezione di Roma nella Seduta del 17 Maggio 1901

(Con 8 figure).

1. — Come è noto, la velocità di regime dell'armatura (indotto, rotor) dei motori polifasici asincroni, differisce assai poco ($2 \div 3 \%$) da quella del campo, il che permette di ritenerla *praticamente* costante.

Questo carattere, che tali motori hanno comune con quelli a corrente continua in derivazione alimentati a potenziale costante, è pregevole negli impianti fissi: ma presenta qualche inconveniente quando essi debbano dare movimento agli assi dei carri o delle locomotive ferroviarie, dove occorre una notevole elasticità di regime. I motori a campo rotante non possono quindi adoperarsi in servizio della trazione elettrica se non si impiegano speciali disposizioni che permettano di variarne entro certi limiti la velocità.

Tra i diversi sistemi proposti (resistenze supplementari aggiunte all'indotto, modificazione del numero dei poli rotanti, ecc.), presenta speciale interesse l'accoppiamento di due motori *in cascata* o *in tandem*, dovuto all'ingegnere Görges, della Casa Siemens, recentemente adottato dalla Casa Ganz per le vetture destinate alle ferrovie della Valtellina.

Sia I (fig. 1) l'induttore (stator) di un motore a campo rotante, alimentato dalle correnti di linea; l'indotto II, anzichè in corto circuito, sia chiuso attraverso all'induttore I' di un altro motore, il cui indotto II' venga costretto a girare con la medesima velocità dell'indotto II; i due motori abbiano inoltre lo stesso numero di poli rotanti.

Se N è il numero di giri che il campo del primo motore compie in $1''$ ed s_1 lo *scorrimento* (glissement, slip), il numero di giri dell'indotto II è:

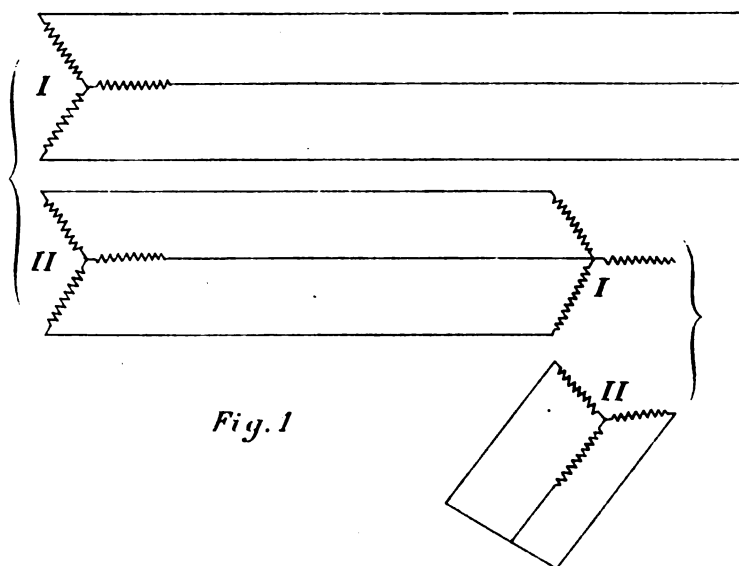
$$N(1 - s_1),$$

ed il numero di giri del campo nel secondo motore è:

$$s_1 N;$$

indicando con s_2 lo scorrimento corrispondente, il numero di giri dell'indotto II' è:

$$N s_1 (1 - s_2).$$



La condizione d'uguaglianza delle due velocità:

$$N(1 - s_1) = N s_1 (1 - s_2),$$

fornisce:

$$s_1 = \frac{1}{2} \frac{1}{1 - \frac{s_2}{2}}. \quad (1)$$

Per valori piccoli di s_2 , quali si riscontrano in pratica, s_1 risulta poco differente da $\frac{1}{2}$; cioè i due motori assumono una velocità che è quasi metà della normale, corrispondente ad un motore che giri solo.

Io non conosco alcuna teoria completa dei motori in cascata; in quel che segue ho perciò cercato di stabilirne le formole fondamentali, che ho poi applicate ad un caso concreto; così spero di aver chiarito a sufficienza questo special modo di funzionare dei motori a campo rotante.

2. — *Notazioni.* — Le notazioni e le formole da cui sono partito, sono su per giù quelle del pregevolissimo lavoro di Blondel *Du rôle des fuites magnetiques dans les moteurs à champ tournant* (*).

Chiamerò sempre motore n° 1 o 1° motore quello che è direttamente alimentato dalle correnti di linea; motore n° 2 l'altro.

Indicherò poi con:

$2p$ il numero dei poli rotanti, eguale pei due motori; N_1, N_2 i numeri totali dei fili periferici lungo l'intraferro degli avvolgimenti primario e secondario; K_1, K_2 i coefficienti che servono per determinare i flussi (**); k_1, k_2 i coefficienti che servono per determinare le f. e. m. (**); r_1, r_2 le resistenze vettoriali (***) dei due avvolgimenti; λ_1, λ_2 le autoinduzioni vettoriali; μ l'induzione mutua vettoriale fra primario e secondario; R la reluttanza del circuito magnetico che è percorso dal flusso comune all'induttore ed all'indotto; u_1, u_2 i coefficienti di Hopkinson per l'induttore e per l'indotto; $\sigma = 1 - \frac{1}{u_1 u_2}$ il coefficiente di dispersione; Φ_1, Φ_2, F_1, F_2 i flussi appresso definiti; E_1, E_2 le f. e. m. indotte vettoriali nel primario e nel secondario; I_1, I_2 le intensità efficaci nell'induttore e nell'indotto.	nel motore n° 1
---	-----------------------

Con le medesime lettere, distinte col segno (') indicherò le quantità analoghe del 2° motore (****).

Siano poi n_1 la frequenza delle correnti I_1 di alimentazione, s_1 ed s_2 gli scorrimenti come sopra; saranno:

$\Omega = 2\pi n_1$ la velocità di pulsazione delle correnti d'alimentazione; $\frac{\Omega}{p}$ la velocità angolare del campo; $(1 - s_1) \frac{\Omega}{p}$ la velocità angolare dell'indotto; $\omega = s_1 \Omega$ la velocità di pulsazione delle correnti indotte.	nel 1° motore
---	---------------------

(*) *Éclairage électrique*, T. V.

(**) BLONDEL et DUROIS, *La traction électrique sur voies ferrées*, II, pag. 291.

(***) Le quantità vettoriali sono semplicemente uguali alla somma delle quantità corrispondenti nei diversi circuiti spostati di fase; per esempio, la resistenza vettoriale in un motore trifase è il triplo della resistenza di uno dei tre circuiti.

(****) Le correnti I_1 ed I' , sono le stesse.

$\omega = s_1 \Omega$ la velocità di pulsazione delle correnti di alimentazione;	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nel} \\ 2^\circ \\ \text{motore} \end{array}$
$\frac{\omega}{p} = \frac{s_1 \Omega}{p}$ la velocità angolare del campo;	
$(1 - s_2) \frac{s_1 \Omega}{p}$ la velocità angolare dell'indotto;	
$s_1 s_2 \Omega$ la velocità di pulsazione delle correnti indotte.	

L'uguaglianza di velocità delle due armature conduce, come si è visto sopra, alla formola (1).

3. — *Diagramma fondamentale dei flussi.* — La corrente I_1 , se agisse da sola, genererebbe un flusso $\omega_1 \Phi_1$ nell'induttore del 1° motore, di cui una parte Φ_1 attraverserebbe l'indotto; così pure la corrente I_2 , essendo sola, genererebbe un flusso $\omega_2 \Phi_2$ nell'indotto, di cui una parte Φ_2 attraverserebbe l'induttore. Questi flussi ipotetici si compongono e danno: nell'induttore il flusso reale F_1 , risultante di $\omega_1 \Phi_1$ e Φ_2 ; nell'indotto il flusso reale F_2 , risultante di Φ_1 ed $\omega_2 \Phi_2$.

Nella fig. 2 sono rappresentati i flussi per mezzo di segmenti, col metodo di Fresnel relativo alle funzioni sinussoidali. Se l'indotto fosse chiuso in corto circuito, esso sarebbe attraversato dal solo flusso F_2 ; la corrente indotta I_2 ed il flusso corrispondente $\omega_2 \Phi_2$ sarebbero allora in quadratura con F_2 . Nel caso che ora si considera, il circuito indotto si chiude invece sul primario del 2° motore, ed è quindi attraversato anche dal flusso risultante F'_1 , analogo al flusso F_1 del 1° motore; perciò i segmenti che rappresentano i flussi F_2 e Φ_2 non sono perpendicolari.

Per il 2° motore si possono ripetere le stesse cose, con la sola differenza che qui sussiste la relazione di perpendicolarità fra i flussi F'_2 e Φ'_2 , perchè l'indotto è chiuso in corto circuito (o sopra una resistenza non induttiva).

I flussi Φ_2 e Φ'_1 , dovuti alla medesima corrente I_2 , sono sinfasici.

4. — *Diagramma fondamentale delle f. e. m.* — Nel circuito poli-fase costituito dall'indotto del 1° motore e dall'induttore del 2°, si notano: la f. e. m. impressa $OA = \omega \mu I_1$ (fig. 3), in quadratura col flusso Φ_1 a cui è dovuta; le f. e. m. di autoinduzione $AB = \omega \lambda_2 I_2$ e $BC = \omega \lambda'_1 I_2$ in fase fra loro ed in quadratura coi flussi $\omega_2 \Phi_2$ ed $\omega'_1 \Phi'_1$; la f. e. m. di induzione mutua $CD = \omega \mu' I'_2$, dovuta alla corrente I'_2 che attraversa il secondario del 2° motore, in quadratura col flusso Φ'_2 .

La f. e. m. attiva, $I_2(r_2 + r'_1)$, è risultante delle precedenti ed è in fase coi flussi Φ_2 e Φ'_1 .

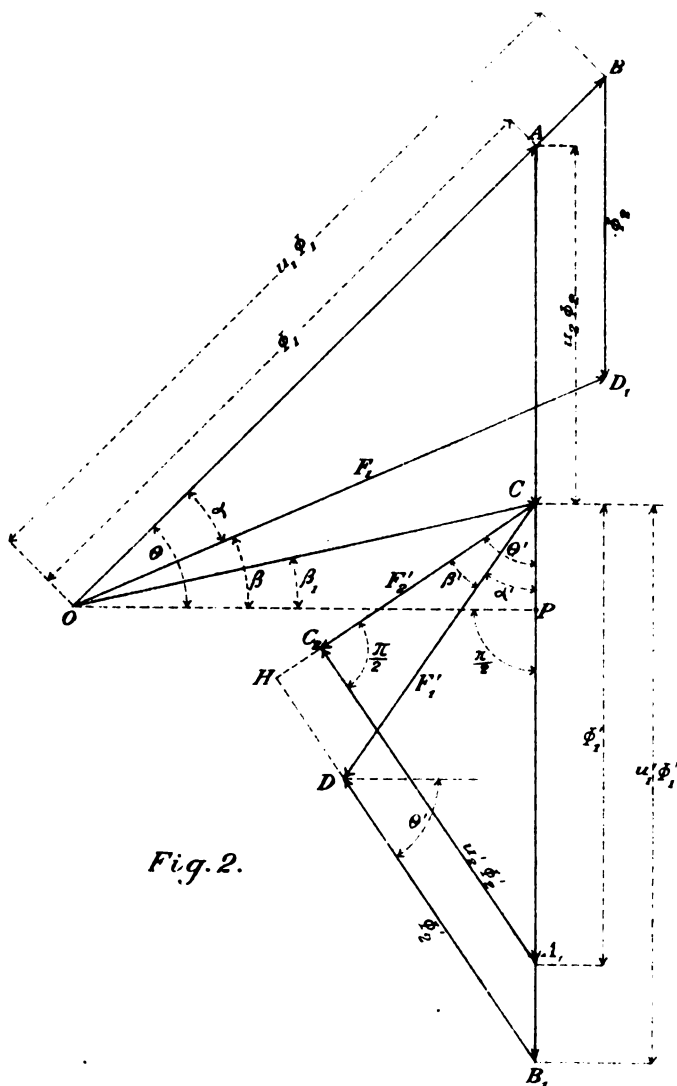


Fig. 2.

Nella parte del circuito considerato, che fa parte del 1° motore, agiscono le f. e. m. O A ed A B: la loro risultante E_2 , dovuta al flusso F_2 , è in quadratura con questo; nell'altra parte del circuito le f. e. m. sono B C e C D, la cui risultante E'_1 è dovuta al flusso rotante F'_1 ed è con esso in quadratura.

L'angolo θ delle due figure 2 e 3 è lo spostamento di fase fra la f. e. m. impressa $\omega \mu I_1$ e la corrente I_2 nel circuito considerato.

L'angolo θ' è poi lo spostamento di fase fra la f. e. m. impressa, dovuta al flusso rotante Φ'_1 , e la corrente I'_2 , nell'indotto del 2° motore.

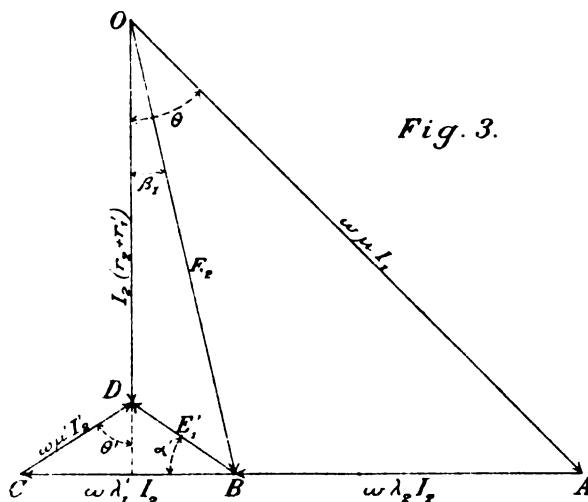


Fig. 3.

5. — *Flussi e f. e. m.* — Pei flussi e le f. e. m. valgono le seguenti espressioni, date dal Blondel nella nota citata:

$$\Phi_1 = \frac{2\sqrt{2}\pi K_1 N_1 I_1}{p R}, \quad (2)$$

$$\Phi_2 = \frac{2\sqrt{2}\pi K_2 N_2 I_2}{p R}, \quad (3)$$

$$\Phi'_1 = \frac{2\sqrt{2}\pi K'_1 N'_1 I_2}{p R'}, \quad (4)$$

$$\Phi'_2 = \frac{2\sqrt{2}\pi K'_2 N'_2 I'_2}{p R'}, \quad (5)$$

$$E_1 = \frac{k_1}{2\sqrt{2}} N_1 \Omega F_1, \quad (6)$$

$$E_2 = \frac{k_2}{2\sqrt{2}} N_2 \omega F_2 = \frac{k_2}{2\sqrt{2}} N_2 \Omega s_1 F_2, \quad (7)$$

$$E'_1 = \frac{k'_1}{2\sqrt{2}} N'_1 \omega F'_1 = \frac{k'_1}{2\sqrt{2}} N'_1 \Omega s_1 F'_1, \quad (8)$$

$$E'_2 = \frac{k'_2}{2\sqrt{2}} N'_2 s_2 \omega F'_2 = \frac{k'_2}{2\sqrt{2}} N'_2 \Omega s_1 s_2 F'_2. \quad (9)$$

Fra i coefficienti d'induzione mutua μ , μ' ed i coefficienti di auto-induzione λ_1 , λ_2 ; λ'_1 , λ'_2 , esistono poi le relazioni:

$$\mu = \sqrt{\frac{\lambda_1}{u_1} \frac{\lambda_2}{u_2}}, \quad \mu' = \sqrt{\frac{\lambda'_1}{u'_1} \frac{\lambda'_2}{u'_2}}. \quad (10)$$

Inoltre:

$$\frac{K_1}{k_1} = \frac{K_2}{k_2} = \frac{K'_1}{k'_1} = \frac{K'_2}{k'_2} = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2; \quad (11)$$

e:

$$\frac{\lambda_1}{u_1} = \frac{\pi K_1 k_1 N_1^2}{p R}, \quad \frac{\lambda_2}{u_2} = \frac{\pi K_2 k_2 N_2^2}{p R}, \quad (12)$$

ed altre due analoghe pel 2° motore.

6. — *Espressioni di tang θ' e tang θ .* — La tangente dell'angolo di fase θ' si ha dalla nota formola di Joubert:

$$\text{tang } \theta' = s_1 s_2 \Omega \frac{\lambda'_2}{r'_2} = (2s_1 - 1) \Omega \frac{\lambda'_2}{r'_2}. \quad (13)$$

La fig. 3 dà:

$$\text{tang } \theta = \frac{\omega I_2 (\lambda_2 + \lambda'_1) - \mu' \omega I'_2 \text{sen } \theta'}{I_2 (r_2 + r'_1) + \mu' \omega I'_2 \cos \theta'} = \frac{\omega \left\{ \lambda_2 + \lambda'_1 - \mu' \frac{I'_2}{I_2} \text{sen } \theta' \right\}}{r_2 + r'_1 + \omega \mu' \frac{I'_2}{I_2} \cos \theta'};$$

dalle (4) e (5) si ha:

$$\frac{I'_2}{I_2} = \frac{K'_1 N'_1}{K'_2 N'_2 u'_2} \cdot \frac{u'_2 \Phi'_2}{\Phi'_1};$$

la fig. 2 fornisce:

$$\frac{u'_2 \Phi'_2}{\Phi'_1} = \text{sen } \theta',$$

e, tenendo conto della 2ª delle (10), si ricava:

$$\mu' \frac{K'_1 N'_1}{K'_2 N'_2 u'_2} = \lambda'_1 \frac{1}{u'_1 u'_2} = \lambda'_1 (1 - \sigma');$$

si ottiene infine:

$$\operatorname{tang} \theta = s_1 \Omega \frac{\lambda_2 + \lambda'_1 - \lambda'_1 (1 - \sigma') \operatorname{sen}^2 \theta'}{r_2 + r'_1 + s_1 \Omega \lambda'_1 (1 - \sigma') \operatorname{sen} \theta' \cos \theta'}. \quad (14)$$

Questa espressione, in forza della (13), fornisce $\operatorname{tang} \theta$ in funzione della sola variabile s_1 .

7. — *Espressione della corrente di alimentazione I_1 in funzione della forza contro-elettromotrice E_1 .* — La f. e. m. attiva $I_2 (r_2 + r'_1)$ è la somma delle proiezioni delle due componenti E_2 ed E'_1 (fig. 3) sulla sua direzione:

$$I_2 (r_2 + r'_1) = E_2 \cos \beta_1 - E'_1 \operatorname{sen} \alpha'. \quad (a)$$

Ora, per la (7) e la fig. 2 si ha:

$$E_2 \cos \beta_1 = \frac{k_2}{2\sqrt{2}} N_2 \Omega s_1 F_2 \cos \beta_1 = \frac{k_2}{2\sqrt{2}} N_2 \Omega s_1 \Phi_1 \cos \theta,$$

e quindi, per la (2), la (11) e la (12), successivamente:

$$E_2 \cos \beta_1 = \frac{\pi K_1 k_2 N_1 N_2}{p R} \Omega s_1 I_1 \cos \theta = \sqrt{(1 - \sigma) \lambda_1 \lambda_2} \Omega s_1 I_1 \cos \theta. \quad (b)$$

Si ha poi, come in un motore solo (V. BLONDEL, nota citata):

$$\operatorname{tang} \beta' = \sigma' \operatorname{tang} \theta',$$

$$\operatorname{sen} \alpha' = \operatorname{sen} (\theta' - \beta') = \frac{(1 - \sigma') \operatorname{sen} \theta'}{\sqrt{1 + \sigma'^2 \operatorname{tang}^2 \theta'}},$$

$$\begin{aligned} F'_1 &= \frac{\overline{C_1 H}}{\cos \beta'} = u'_1 \Phi'_1 \cos \theta' \sqrt{1 + \sigma'^2 \operatorname{tang}^2 \theta'} \\ &= \frac{2\sqrt{2} \pi K'_1 N'_1 I_2 u'_1}{p R'} \cos \theta' \sqrt{1 + \sigma'^2 \operatorname{tang}^2 \theta'}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E'_1 &= \frac{k'_1}{2\sqrt{2}} N'_1 \Omega s_1 F'_1 = \frac{\pi K'_1 k'_1 N'^2_1 u'_1}{p R'} \Omega s_1 I_2 \cos \theta' \sqrt{1 + \sigma'^2 \operatorname{tang}^2 \theta'} \\ &= \lambda'_1 \Omega s_1 I_2 \cos \theta' \sqrt{1 + \sigma'^2 \operatorname{tang}^2 \theta'}, \end{aligned}$$

ed infine:

$$E'_1 \operatorname{sen} \alpha' = \lambda'_1 \Omega s_1 I_2 (1 - \sigma') \operatorname{sen} \theta' \cos \theta'. \quad (c)$$

Le (a), (b), (c) forniscono poi:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\sqrt{(1 - \sigma) \lambda_1 \lambda_2} \Omega s_1 \cos \theta}{r_2 + r'_1 + \Omega s_1 \lambda'_1 (1 - \sigma') \operatorname{sen} \theta' \cos \theta'}. \quad (15)$$

Dalla figura 2 si trae:

$$\begin{aligned}\operatorname{tang} \beta &= \frac{u_1 \Phi_1 \sin \theta - \Phi_2}{u_1 \Phi_1 \cos \theta} = \\ &= \frac{u_1 \sin \theta - \frac{\Phi_2}{\Phi_1}}{u_1 \cos \theta} = \operatorname{tang} \theta - \frac{1}{u_1 \cos \theta} \cdot \frac{K_2 N_2}{K_1 N_1} \cdot \frac{I_2}{I_1},\end{aligned}$$

e, per la (15):

$$\operatorname{tang} \beta = \operatorname{tang} \theta - \frac{K_2 N_2}{K_1 N_1 u_1} \sqrt{(1-\sigma) \lambda_1 \lambda_2} \frac{\Omega s_1}{r_2 + r'_1 + \Omega s_1 \lambda'_1 (1-\sigma') \sin \theta' \cos \theta'};$$

ma si deduce:

$$\frac{K_2 N_2}{K_1 N_1 u_1} \sqrt{(1-\sigma) \lambda_1 \lambda_2} = (1-\sigma) \lambda_2,$$

onde:

$$\operatorname{tang} \beta = \operatorname{tang} \theta - \frac{(1-\sigma) \lambda_2 \Omega s_1}{r_2 + r'_1 + \Omega s_1 \lambda'_1 (1-\sigma') \sin \theta' \cos \theta'}. \quad (16)$$

Questa espressione, tenendo conto delle (13) e (14), dà $\operatorname{tang} \beta$ in funzione della sola variabile s_1 .

Per la (6) e la fig. 2 si ha ora:

$$E_1 = \frac{k_1}{2\sqrt{2}} N_1 \Omega \frac{u_1 \Phi_1 \cos \theta}{\cos \beta},$$

e per la (2):

$$E_1 = \frac{\pi K_1 k_1 N_1^2}{p R} u_1 \Omega I_1 \frac{\cos \theta}{\cos \beta}.$$

Questa, tenendo conto della 1^a delle (12), dà finalmente:

$$I_1 = \frac{E_1}{\Omega \lambda_1} \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \theta}. \quad (17)$$

Se in prima approssimazione si ritiene E_1 costante ed eguale alla tensione vettoriale U della rete d'alimentazione, la (17), in forza delle relazioni che precedono, fornisce il valore di I_1 espresso in funzione dello scorrimento s_1 , che è quanto dire della velocità.

8. — *Espressione di I_2 in funzione di E_1 .* — Le (15) e (17) danno:

$$I_2 = \frac{E_1}{\lambda_1} \cdot \frac{\sqrt{(1-\sigma) \lambda_1 \lambda_2} s_1 \cos \beta}{r_2 + r'_1 + \Omega s_1 \lambda'_1 (1-\sigma') \sin \theta' \cos \theta'}. \quad (18)$$

9. — *Valori delle coppie.* — La corrente I_2 , nell'indotto del primo motore, è in ritardo di fase rispetto alla f. e. m. E_2 dell'angolo β_1 ; quindi la potenza elettrica trasmessa attraverso l'intraferro è:

$$P_2 = E_2 I_2 \cos \beta_1,$$

che, per la (b) e la (15), si può scrivere:

$$P_2 = I_2^2 \{ r_2 + r'_1 + s_1 \lambda'_1 (1 - \sigma') \sin \theta' \cos \theta' \}. \quad (19)$$

Questa potenza elettrica è il lavoro per secondo della coppia elettromagnetica C_1 , nel moto relativo del campo rispetto all'indotto; la velocità angolare relativa essendo $\frac{s_1 \Omega}{p}$, è dunque:

$$P_2 = C_1 \frac{s_1 \Omega}{p},$$

per cui:

$$C_1 = \frac{p}{s_1 \Omega} I_2^2 \{ r_2 + r'_1 + s_1 \lambda'_1 (1 - \sigma') \sin \theta' \cos \theta' \}. \quad (20)$$

Nell'indotto del secondo motore la corrente è in fase con la f. e. m. E'_2 ; quindi la potenza che vi si perde sotto forma di calore Joule, è:

$$P'_2 = \frac{E'^2_2}{r'_2}.$$

Ora la (9), osservando che:

$$F'_2 = \Phi'_1 \cos \theta' = \frac{2\sqrt{2}\pi K'_1 N'_1 I_2}{p R'} \cos \theta',$$

dà:

$$E'_2 = \frac{\pi K'_1 k'_2 N'_1 N'_2}{p R'} s_1 s_2 \Omega I_2 \cos \theta';$$

e poichè:

$$\frac{\pi K'_1 k'_2 N'_1 N'_2}{p R'} = \sqrt{(1 - \sigma') \lambda'_1 \lambda'_2},$$

si ricava:

$$P'_2 = (1 - \sigma') \lambda'_1 \lambda'_2 \frac{I_2^2}{r'_2} s_1^2 s_2^2 \Omega^2 \cos^2 \theta'. \quad (21)$$

La velocità relativa del campo rispetto all'indotto essendo:

$$\frac{s_1 s_2 \Omega}{p},$$

la coppia risulta:

$$C_2 = P'_2 \frac{p}{s_1 s_2 \Omega} = (1 - \sigma') \lambda'_1 \lambda'_2 \frac{p}{r'_2} (2 s_1 - 1) \Omega I_2^2 \cos^2 \theta'. \quad (22)$$

10. — Può servire di verifica la condizione d'uguaglianza fra la potenza elettrica P_2 trasmessa all'indotto del primo motore e la somma della potenza meccanica sull'albero del secondo motore, della potenza P'_2 perduta nell'indotto di questo e della potenza $I_2^2 (r_2 + r'_1)$ perduta nell'indotto del primo motore e nell'induttore del secondo. Evidentemente non si può qui tener conto della potenza perduta per isteresi e correnti di Foucault, che si è trascurata nelle formole.

La detta condizione si scrive allora :

$$C_1 \frac{s_1 \Omega}{p} = C_2 (1 - s_2) s_1 \frac{\Omega}{p} + C_2 \frac{s_1 s_2 \Omega}{p} + I_2^2 (r_2 + r'_1),$$

che, per la (1), semplificata diviene :

$$(C_1 - C_2) \frac{s_1 \Omega}{p} = I_2^2 (r_2 + r'_1). \quad (23)$$

Sostituendo in questa i valori trovati (20) e (22), si ottiene una identità.

La (23) esprime anche un risultato importante : le coppie C_1 e C_2 non possono mai essere uguali, perchè non può essere nulla la potenza perduta in calore Joule $I_2^2 (r_2 + r'_1)$.

Le coppie si uguagliano quando $I_2 = 0$, ma allora esse sono entrambe nulle.

I due motori non possono dunque funzionare a carico perfettamente eguale; migliorando il rendimento del sistema, *si tende* verso questa condizione senza raggiungerla.

11. — *Fattore di potenza.* — La tensione primaria U (V. BLONDEL, nota citata) è la risultante della caduta ohmica di potenziale $r_1 I_1 = \overline{OC}$ (fig. 4) sinfasica col flusso Φ_1 e della f. e. m. indotta $E_1 = \overline{CB}$ in quadratura col flusso risultante F_1 ; il fattore di potenza è il coseno dell'angolo $\phi_1 = \widehat{BOC}$.

In pratica però il segmento $r_1 I_1$ è molto piccolo rispetto ad U ; risulta che le direzioni di U e di E_1 differiscono assai poco e che il fattore di potenza si può ritenere uguale a :

$$\cos \phi = \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \sin \alpha = \sin (\theta - \beta). \quad (24)$$

Con questa approssimazione si ha :

$$E_1 = U - r_1 I_1 \cos \phi = U \left\{ 1 - \frac{r_1 I_1 \cos \phi}{U} \right\} = a \cdot U;$$

dopo aver calcolato le correnti e le coppie ritenendo costante E_1 ed uguale ad U , si otterranno valori più approssimati moltiplicando le correnti pel fattore di correzione $a = 1 - \frac{r_1 I_1 \cos \phi}{U}$, le coppie e le potenze per a^2 .

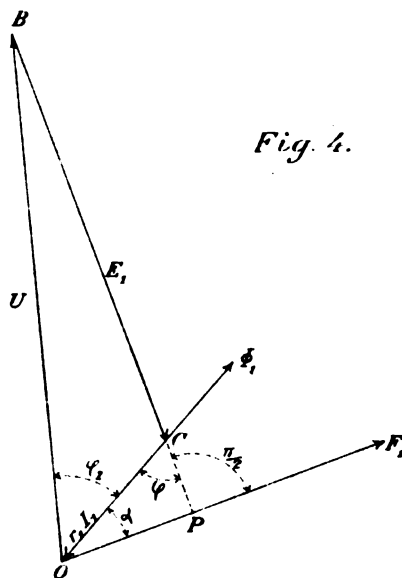


Fig. 4.

12. — *Rendimento.* — Un sistema di due motori in cascata può considerarsi come una successione di trasmissioni di potenza.

Una prima trasmissione si ha dalla rete d'alimentazione all'indotto del primo motore, attraverso al primario ed all'intraferro; la potenza elettrica spesa è:

$$P_s = U I_1 \cos \phi$$

e la potenza trasmessa all'indotto:

$$P_1 = E_1 I_1 \cos \phi = C_1 \frac{\Omega}{p};$$

il rendimento di questa prima trasmissione è:

$$\eta_1 = \frac{E_1}{U} = a = 1 - \frac{r_1 I_1^2}{E_1 I_1 \cos \phi + r_1 I_1^2}. \quad (25)$$

Consideriamo le successive trasmissioni: della potenza $P_1 = C_1 \frac{\Omega}{p}$

trasmessa attraverso all'intraferro del primo motore, se ne utilizza (non tenendo conto delle perdite per attrito) una parte:

$$P_m = (C_1 + C_2) (1 - s_1) \frac{\Omega}{p};$$

il rendimento è quindi:

$$\eta_2 = \frac{C_1 + C_2}{C_1} (1 - s_1). \quad (26)$$

Dalla (23) si ha, tenuto conto della (20):

$$C_2 = C_1 - \frac{p}{s_1 \Omega} I_2^2 (r_2 + r'_1) = \frac{p}{s_1 \Omega} I_2^2 \lambda'_1 (1 - s_1) \Omega s_1 \sin \theta' \cos \theta';$$

e:

$$\begin{aligned} \frac{C_1 + C_2}{C_1} &= 1 + \frac{C_2}{C_1} = 1 + \frac{\Omega \lambda'_1 (1 - s') \sin \theta' \cos \theta' \cdot s_1}{r_2 + r'_1 + s_1 \Omega \lambda'_1 (1 - s') \sin \theta' \cos \theta'} = \\ &= 1 + \frac{1}{1 + \frac{r_2 + r'_1}{\Omega \lambda'_1 (1 - s') s_1 \sin \theta' \cos \theta'}}. \end{aligned}$$

E poichè:

$$\sin \theta' \cos \theta' = \frac{(2s_1 - 1) \Omega \lambda'_2 r'_2}{r'^2_2 + (2s_1 - 1)^2 \Omega^2 \lambda'^2_2},$$

si ha infine:

$$\eta_2 = (1 - s_1) \left\{ 1 + \frac{1}{1 + \frac{r'_2 (r_2 + r'_1)}{\Omega^2 \lambda'_1 \lambda'_2 (1 - s') s_1 (2s_1 - 1)} + \frac{(r_2 + r'_1) \lambda'_2 (2s_1 - 1)}{s_1 \lambda'_1 r'^2_2 (1 - s')}} \right\} \quad (27)$$

Trascurando le altre perdite, il rendimento totale è il prodotto dei due trovati:

$$\eta = \eta_1 \eta_2. \quad (28)$$

13. — In tutto quel che precede non s'è tenuto conto dell'isteresi e delle correnti di Foucault, il cui effetto principale è una diminuzione del rendimento, accompagnata da un debole aumento delle correnti, del fattore di potenza e delle coppie.

Si possono determinare facilmente questi effetti (*); ma un tale calcolo non presenterebbe grande interesse in questo studio, che si propone l'analisi dell'*andamento* d'un sistema di motori in cascata, piuttosto che una determinazione esatta delle varie quantità.

(*) BLONDEL, lav. cit.

Nei calcoli precedenti si sono pure ritenuti costanti i coefficienti di autoinduzione e quelli di dispersione, i quali variano con i flussi, perchè varia allora la reluttanza del circuito magnetico; l'effetto di questa variazione si fa sentire tanto più, quanto più si è lontani dalle condizioni normali di funzionamento, ma allora non interessa più una grande approssimazione; in pratica si adotteranno i valori di questi coefficienti che corrispondono alla marcia normale.

14. — *Applicazione.* — Una discussione diretta delle formole trovate sarebbe assai penosa: ho preferito farne l'applicazione ad un caso concreto.

Ho considerato un motore trifase esapolare ($2p = 6$), da 75 H. P. normali, calcolato per trazione, con avvolgimenti primario e secondario a stella, alimentato ad un potenziale di 3000 volt fra i serrafili (1733 per fase), con una frequenza $n_1 = 20$. Il potenziale vettoriale è $U = 1733 \times 3 = 5200$ volt. Il numero dei conduttori periferici è lo stesso per l'induttore e l'indotto, ed è:

$$N_1 = N_2 = 2592;$$

questi conduttori sono distribuiti in 36 alveoli nell'induttore (2 per polo e per fase) e in 54 nell'indotto (3 per polo e per fase); segue dalle tabelle:

$$K_1 = 0,391 \quad , \quad K_2 = 0,389 \quad , \quad k_1 = 0,966 \quad , \quad k_2 = 0,960.$$

Le resistenze vettoriali sono:

$$r_1 = 10,5 \text{ ohm} \quad , \quad r_2 = 8,1.$$

La reluttanza del circuito magnetico è:

$$R = 21 \cdot 10^{-5} \text{ c. g. s.}$$

I coefficienti di Hopkinson per l'induttore e per l'indotto si sono ritenuti:

$$u_1 = u_2 = 1,03.$$

Risulta:

$$1 - \sigma = 0,94 \quad , \quad \Omega = 2\pi n_1 = 125,6 \quad , \quad \lambda_1 = 13,01 \text{ henry} \quad , \quad \lambda_2 = 12,9.$$

Le curve della fig. 5, dedotte col metodo grafico di Heyland, fanno vedere come variano la coppia, la corrente primaria, la potenza spesa e quella utile, il rendimento ed il fattore di potenza, quando il motore funzioni da solo, fra i limiti di velocità 0 e 400 giri al 1' (sincronismo).

Ho poi supposto di disporre in cascata due di tali motori; applicando le formole ho costruito delle tabelle, ridotte poi alle curve delle figure 6 e 7. Da queste apparisce che il sistema funziona come motore fra 0 e 200 giri al 1', ma l'andamento è *stabile* (cioè cresce la coppia col diminuire della velocità) solo per velocità poco inferiori ai 200 giri. Da 200 giri a 230 circa il sistema funziona come dinamo e restituisce energia alla rete, con andamento stabile per velocità poco maggiori di 200 giri. Da 230 a 260 giri circa *si spende* tanto energia elettrica quanto energia meccanica per muovere il sistema; dopo i 260 giri esso ritorna a funzionare come motore, ma l'andamento è stabile nelle vicinanze dei 400 giri. Quest'ultima particolarità, credo ignorata finora, si spiega pensando che nelle vicinanze del sincronismo le correnti indotte nel primo motore hanno frequenza assai piccola ed è quindi piccola la velocità del campo nel secondo motore, mentre l'indotto di questo gira con velocità notevole e vi è perciò grande la frequenza delle correnti I'_2 . L'autoinduzione dovuta al flusso perduto produce allora uno spostamento di fase notevole fra la corrente I'_2 e la f. e. m. indotta; la coppia C_2 , sempre negativa, risulta molto piccola ed anche piccola è la reazione del secondo motore sul primo: è quasi come se il secondario del primo motore fosse chiuso attraverso ad una resistenza non induttiva. Diminuendo la velocità, cresce in valore assoluto la coppia C_2 e con essa la reazione sul primo motore; la coppia C_1 , dopo aver raggiunto un massimo, diminuisce e cambia di segno insieme col fattore di potenza.

È da notarsi che i valori massimi, positivo e negativo, della somma delle coppie $C_1 + C_2$, nelle vicinanze dei 200 giri, si mantengono molto inferiori alle coppie massime di un motore funzionante solo. Questo avviene perchè, chiudendo il secondario del primo motore attraverso al primario del secondo, se ne aumenta grandemente l'induttanza: il che equivale ad un aumento della induttanza del primario del primo motore; ciò è anche dimostrato dalla diminuzione del valore massimo di $\cos \phi$, che nel sistema in cascata arriva a 0,5 soltanto, mentre per un motore solo raggiunge 0,9 circa.

Nella fig. 8 sono presentati i risultati del calcolo relativo al medesimo sistema di motori, quando l'indotto del secondo motore sia chiuso sopra una resistenza non induttiva; io ho supposto che r'_2 venga decuplicata, cioè diventi = 81 ohm. Analogamente a quel che avviene in un motore solo, quando si aumenta la resistenza d'indotto, la curva della coppia risultante, $C_1 + C_2$, nei limiti di funzionamento stabile, si eleva meno rapidamente e l'ascissa corrispondente alla coppia massima si allontana dallo slip 0,5; ma, diversamente da quei

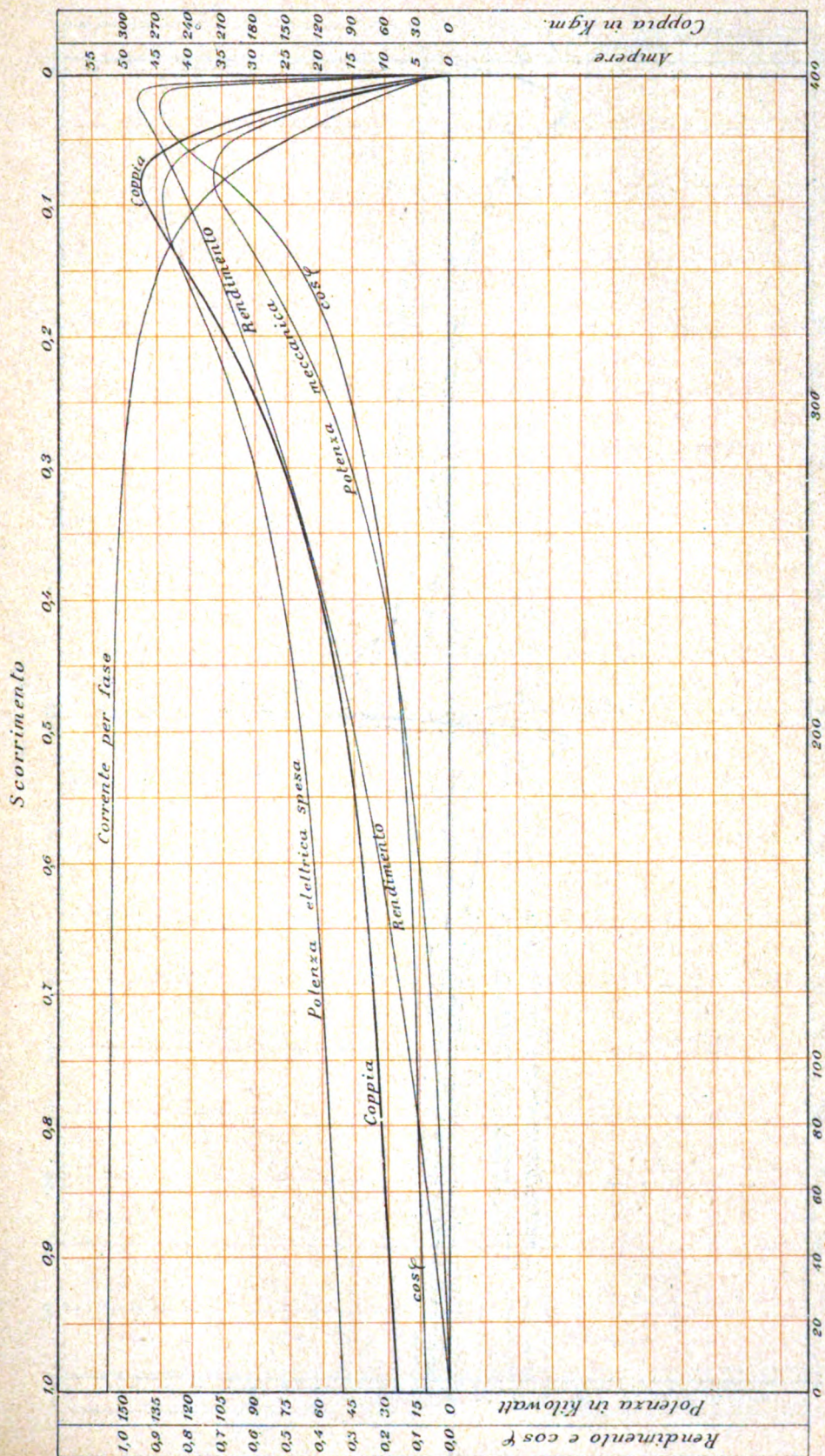
caso, si ha qui anche un *aumento* del valore della coppia massima, insieme con un aumento del fattore di potenza.

15. — Come si è visto, la coppia massima del sistema costituito da due motori *uguali* in cascata, senza resistenze supplementari, è più piccola di quella relativa ad un motore solo: questo sarebbe un inconveniente nelle applicazioni alla trazione elettrica, dove, insieme con la diminuzione della velocità, si desidera un aumento della coppia.

Un sistema siffatto sarebbe dunque difettoso.

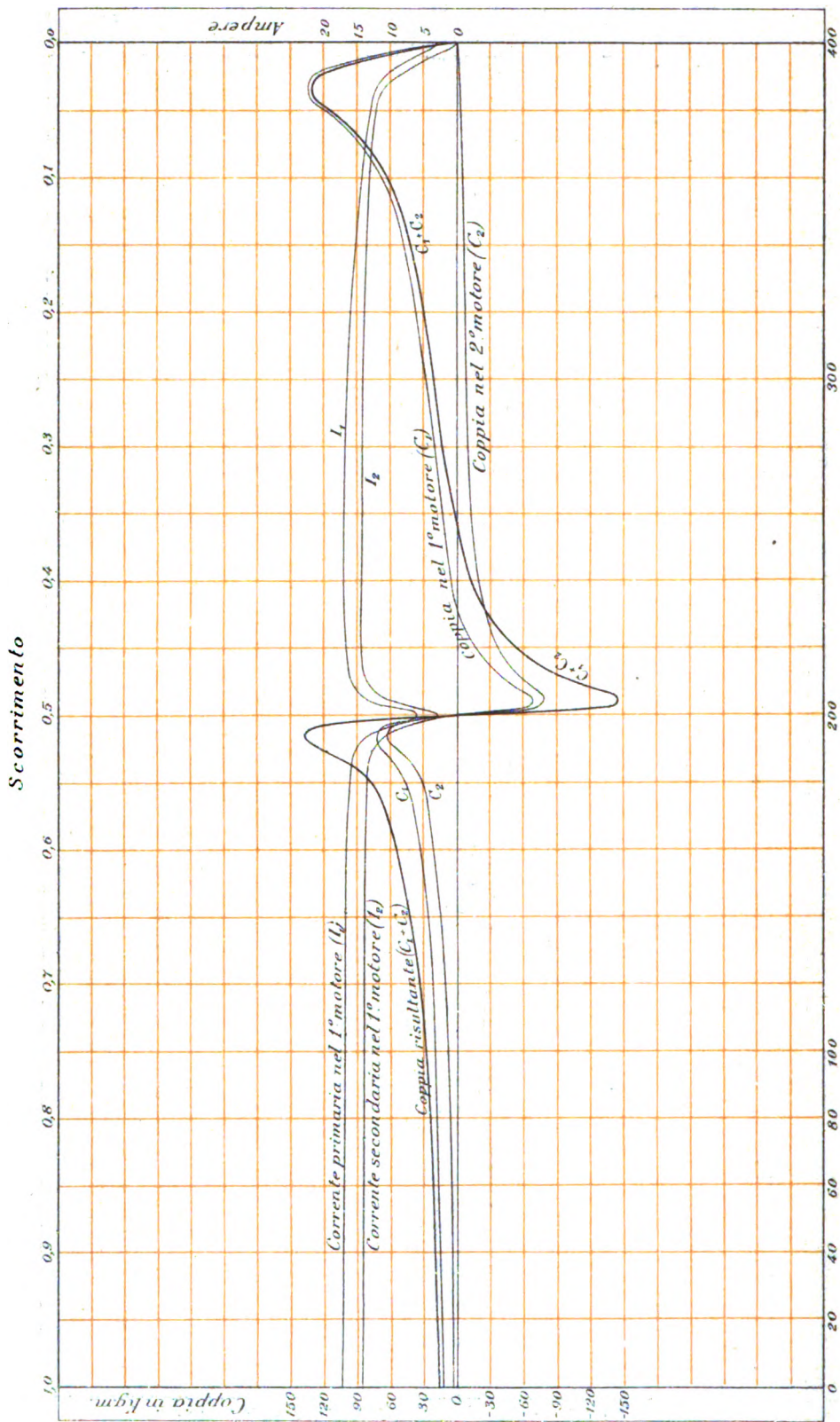
La teoria esposta dà modo, quando siano dati gli elementi del primo motore, di ricavare una condizione a cui debbono soddisfare quelli del secondo, affinchè la coppia risultante $C_1 + C_2$, per un dato valore dello scorrimento s_1 (per esempio, 0,51) abbia un valore prefissato.



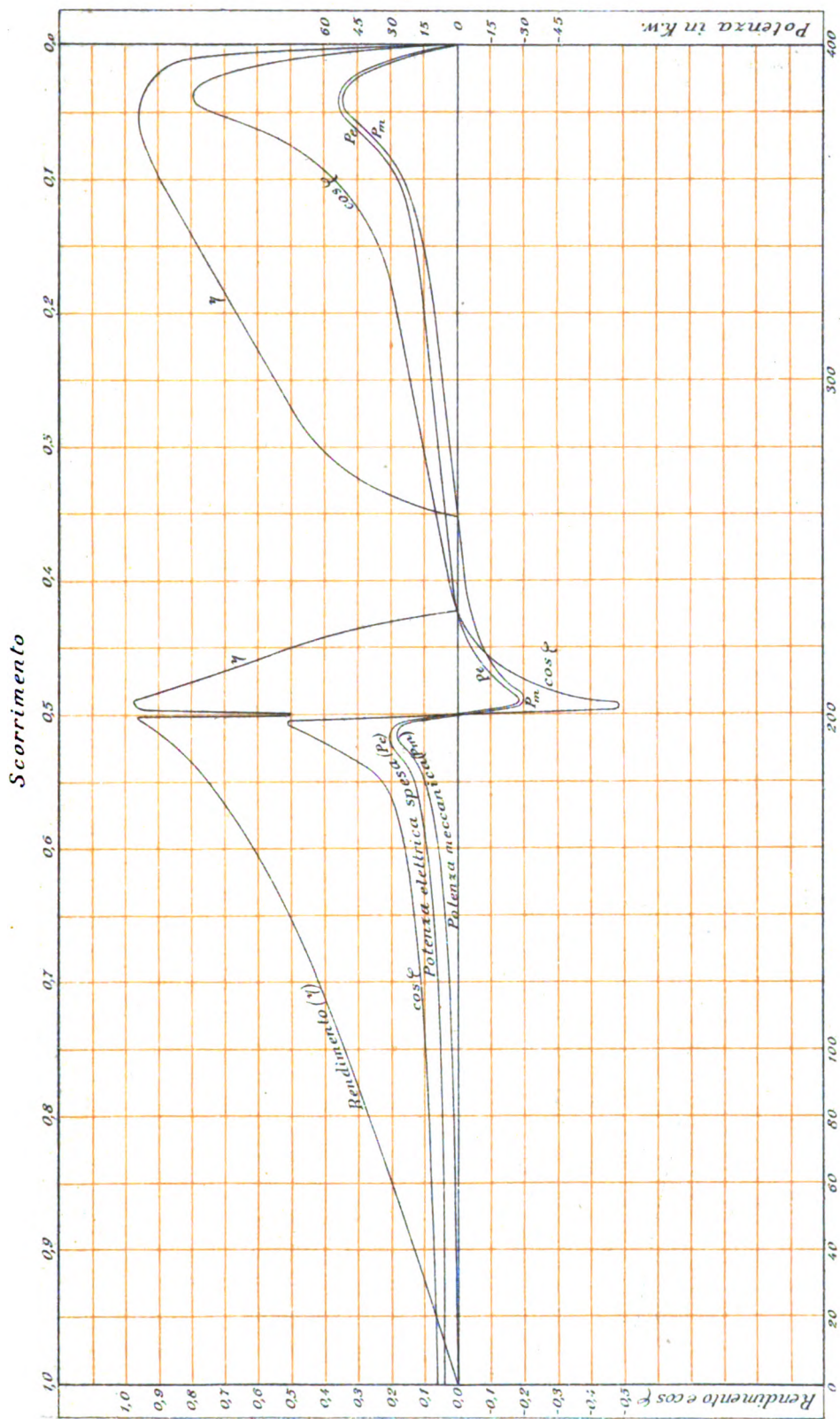


Giri al f'

Fig. 5.

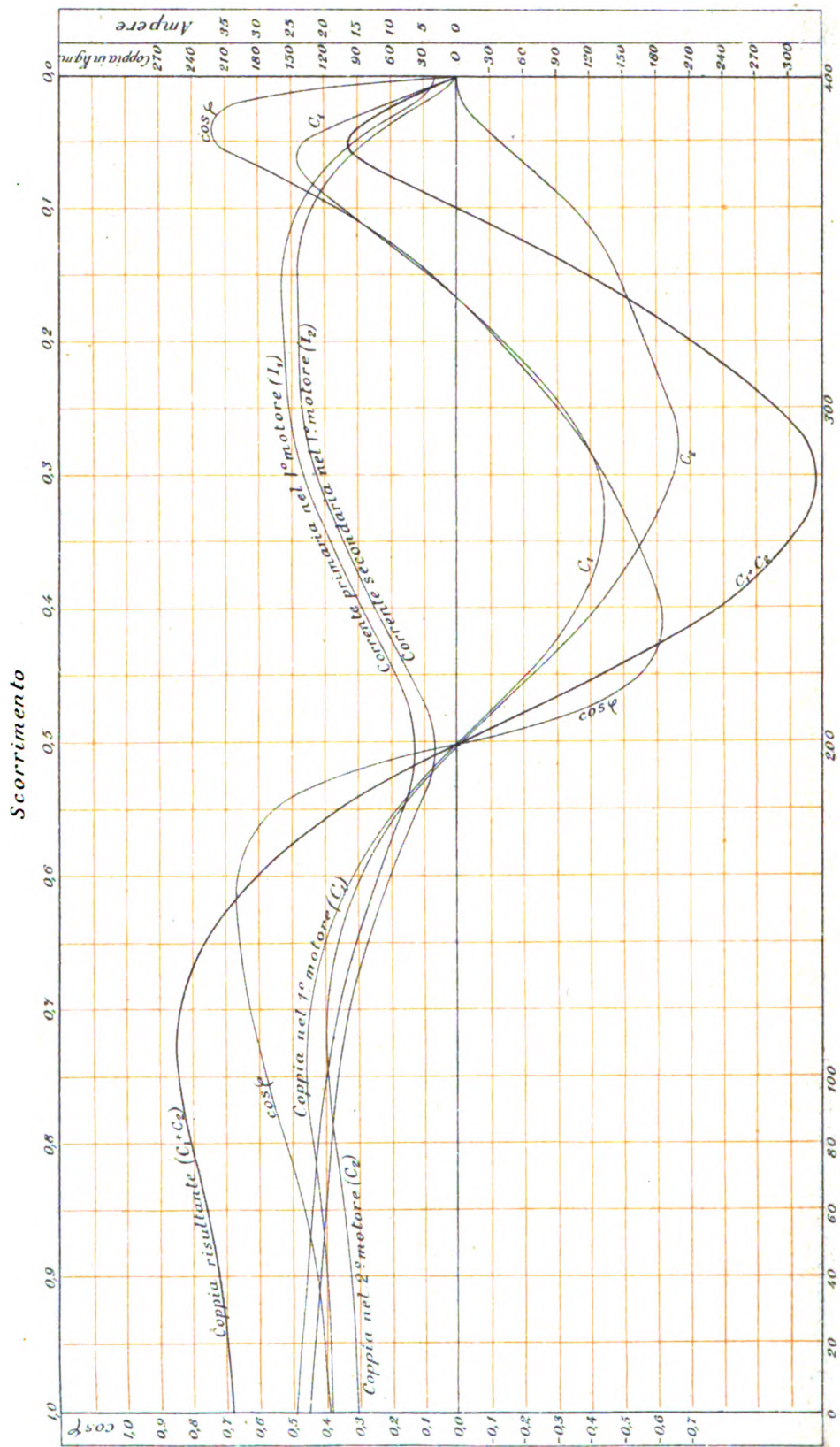


Giri al f.
Fig 6.



Giri al l'

Fig. 7.



Giri al 1'
Fig. 8.

N. 28.

SISTEMI DI SICUREZZA NEGRO
PER FERROVIE ELETTRICHE E TRAMVIE
A CONDUTTORE AEREO E A CONTATTI SUPERFICIALI

LETTURA

del Socio Ing. DIMITRY RODOCANACHI

fatta alla Sezione di Genova nell'Assemblea del 22 Agosto 1901

(Con 3 figure).

La pratica attuazione del sistema aereo per distribuzioni dell'energia nelle ferrovie e tramvie elettriche ha ormai dimostrato, e le cronache cittadine lo riportano quasi tutti i giorni, come coll'avanzarsi dell'esercizio i conduttori male resistano alla loro funzione, rompendosi assai più facilmente di quanto gli stessi non partigiani lo abbiano sempre predicato, ed ogni qualvolta si verifica la rottura di un conduttore, se questa non è diretta conseguenza di danni ai passanti, rappresenta realmente sempre un serio pericolo.

Queste osservazioni, anzi dirò meglio, il succedersi così continuo di pericolose rotture portarono il nostro egregio collega Negro a studiare un apparecchio di sicurezza su detti sistemi, tale cioè che dato il caso che il conduttore aereo venisse in un punto qualsiasi della linea a rompersi causa un incidente qualunque, questo tratto di conduttore che assai facilmente cadendo a terra potrebbe recar serio danno, venisse ad essere subitamente isolato dalla restante linea.

Dalla caduta al suolo di un conduttore percorso da corrente il cui potenziale ha un valore assai elevato, quale quello che si adopera oggigiorno sulle linee di trazione tanto tramviaria che ferroviaria, possono presentarsi due casi:

1° Il conduttore cadendo può formare un corto circuito con le rotaie di ritorno della corrente, sia venendo direttamente od anche indirettamente in contatto con queste;

2° Il conduttore può ancora formare circuito con dette rotaie o con la terra, ma presentando una notevole resistenza.

Nel primo caso si ovvia ad una serie di pericolose conseguenze sia con la stazione generatrice, sia con la restante linea, inserendo sulle diverse sezioni delle valvole fusibili per cui la corrente di grande intensità che risulta appunto dal corto circuito ne fonde il piombo ed il summenzionato tratto è messo fuori circuito.

Nel secondo caso la corrente risultante dalla scarica a terra non è tale in intensità da far fondere la valvola suaccennata, ed il conduttore permane elettrizzato e può essere causa di seri pericoli.

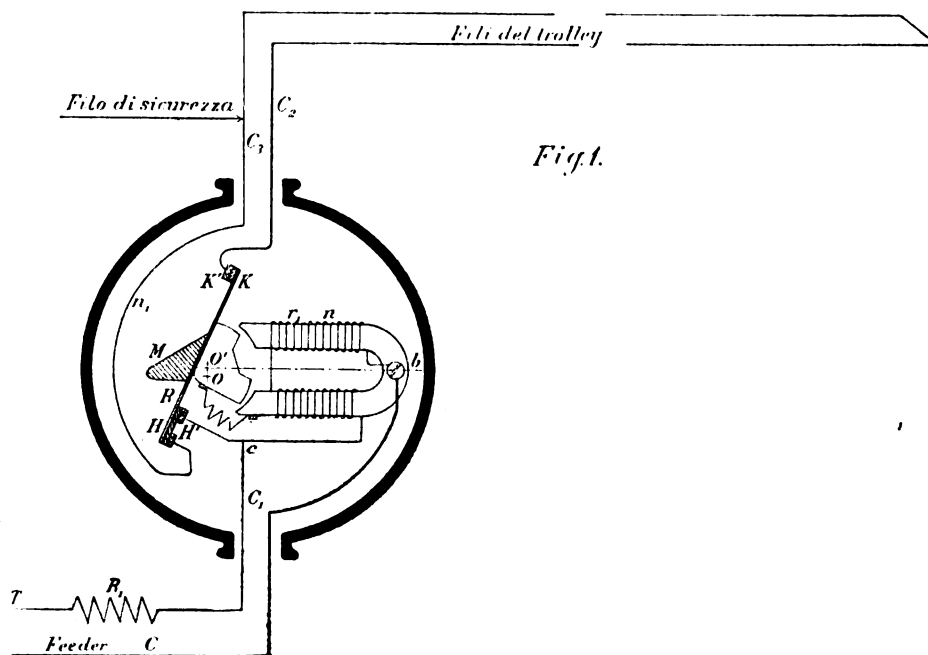
Ma v'ha di più; tanto nel primo caso quanto nel secondo il conduttore cadendo è sempre oggetto di dannose conseguenze, giacché può benissimo recar danno a chicchessia prima ancora di essere venuto a contatto col terreno, e mentre le valvole fusibili che egoisticamente ovviano ai danni che detto conduttore può apportare all'impianto elettrico, nessun vantaggio presentano ai pericoli che possono derivare da tali rotture ai passanti; senza poi contare che i capi del conduttore spezzatosi possono essere di lunghezza tale da non arrivare che a pochi centimetri da terra.

In queste considerazioni ed a eliminare in qualunque caso si presenti un conduttore aereo spezzatosi, giunge l'apparecchio del nostro collega Negro che, alla semplicità di costruzione, alla sicurezza del funzionamento unisce il grande vantaggio che, come ho già accennato più sopra, il conduttore del trolley viene isolato nel medesimo istante in cui ne avviene la rottura, tale infatti che se pur fosse dato a chiunque di raccogliarlo nella sua caduta, questi non ne subirebbe alcun danno.

L'insieme di questo apparecchio non comprende altro che un semplice interruttore a scatto automatico, quali i tanti sistemi ormai già conosciuti che si adoperano negli impianti elettrici e chiamati comunemente interruttori di sezione, e noi qui non ci occuperemo della sua costruzione, essendo caratteristica del sistema di sicurezza il mezzo con cui questo interruttore viene messo in azione e non lo studio dello stesso; nella fig. 1, che serve a darci un'idea esatta della disposizione adottata per la chiusura ed apertura del circuito elettrico nei fili del trolley, noi lo rappresentiamo schematicamente avente un'elettrocalamita foggiate a mo' di ferro di cavallo, con armatura mobile rotante intorno al punto O eccentrico, rispetto ad O', centro di determinazione delle faccie polari dell'armatura fissa e mobile.

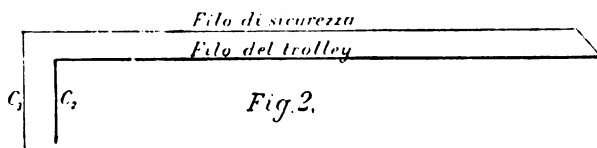
All'armatura mobile è rigida la linguetta R, ai cui estremi opposti sono collegati due contatti in carbone K ed H isolati fra loro. Il tutto

Fig. 1.



- In fig. 1 l'interruttore è in posizione di riposo e vi permane grazie al contrappeso M; in questa posizione la corrente che viene dal feeder attraversa le armature fissa e mobile, e per mezzo del contatto KK'

va al filo aereo. Esaminando la figura noi possiamo osservare che anche i conduttori C_1 e C_{111} sono percorsi da corrente risultante dalla resistenza R_1 , il cui estremo T è messo a terra, e che si l'uno che



l'altro formano insieme un sistema in parallelo a due branche, e, poichè il tratto della biforcazione n estesa da b a c ha una resistenza che indichiamo con r_1 uguale ad un multiplo di quella della biforcazione n_1 , la corrente che percorre le bobine induttrici sarà quindi uguale ad una piccola frazione della corrente totale derivata in R_1 , ed essa sarà tale da lasciare l'interruttore in riposo. Supponiamo che in causa ad un qualsiasi incidente il filo del trolley venga a spezzarsi, il ramo della biforcazione n_1 sarà interrotta e la corrente della derivazione a terra passante per n , acquisterà un valore multiplo di quello primitivo, ossia uguale all'intera corrente della derivazione su R_1 .

Per questo effetto è facile calcolare il funzionamento dell'interruttore nel quale l'armatura mobile attratta toglierà il contatto KK' ed HH' e la linea del trolley sarà completamente isolata, ovviando così ogni pericolo ai passanti, e si troverà in condizioni favorevoli per chi dovrà immediatamente riparare alla rottura del conduttore.

In pratica è facile, come già ce lo dimostrano le tante applicazioni, di avere nell'interruttore uno scatto rapidissimo, e l'insieme può essere studiato con vastissimo campo, non influendo questo studio sul mezzo che caratterizza il sistema; la derivazione a terra presenta una reale perdita di corrente e può essere fatta su tale resistenza che la corrente abbia per valore d'intensità una frazione anche piccola di amp., giacchè l'avvolgimento che costituisce le bobine eccitatrici dell'interruttore automatico può avere un numero tale di spire da permetterci una rapidissima azione dell'armatura mobile. È certo che questo apparecchio, assolutamente nuovo, che si presenta così semplice di costruzione e che può così ampiamente garantire le società esercenti da uno dei più grandi inconvenienti del sistema di condotta a filo aereo, troverà nell'industria ampia accoglienza, ed io credo aver fatta cosa grata a Voi, egregi Colleghi, nel comunicarvi questo nuovo e geniale studio del nostro carissimo collega L. Negro, il quale ha così ampiamente

dimostrato di essersi occupato con evidente imparzialità dei tanti e vari problemi che concernono i sistemi di trazione elettrica.

E questa mia asserzione la giustifico da questa seconda disposizione di apparecchio pure di sicurezza, destinato a supplire quello ormai escluso nei sistemi a contatto superficiali e sbarra magnetica, sistema di sicurezza dovuto pure al Negro.

Nel numero 28 del 13 Luglio dell'*Éclairage Électrique* vi ha una comunicazione assai importante sulle cause degli accidenti riscontrati a Parigi sulle linee tramviarie a contatti superficiali.

In essa è notato come la Commissione tecnica per l'*exploitation* delle ferrovie elettriche a cui fu sottoposta la questione per incarico del Ministero dei LL. PP., riportò a cinque le cause a cui sono dovuti gli inconvenienti incontrati sulle linee esercite col sistema Diatto.

Tutti gli incidenti notati hanno la loro origine in un unico inconveniente: quello della elettrizzazione permanente dei contatti. Fra queste cinque cause a cui fa cenno l'*Éclairage Électrique*, e cioè:

- 1° Deterioramento meccanico dei plot;
- 2° Azione degli apparecchi di sicurezza;
- 3° Cattivo isolamento dei plot;
- 4° Deposito di nero fumo nell'interno delle scatole;
- 5° Cattivo isolamento del conduttore sotterraneo.

A quattro, ossia alla 1^a, 3^a, 4^a e 5^a si può facilmente rimediare; difatti, è facile ovviare al primo inconveniente adottando del materiale più perfetto, come pure è facile studiare un dispositivo per avere un più grande isolamento nei plot e nei cavi, mentre però ci sembra più degna di serio studio la causa notata al N. 2.

La Commissione ha rimarcato che gli apparecchi di sicurezza posti posteriormente alla vettura, destinati a fondere il piombo delle valvole sulle derivazioni di ogni cassetta, affine di romperne il circuito quando questa permanesse elettrizzata, causano dei grandi inconvenienti.

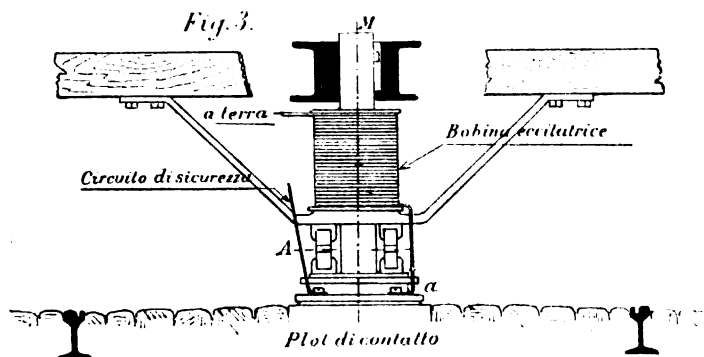
Infatti, fu verificato il caso molto frequente che se si incontra un plot di presa della corrente, il quale sia male isolato con le rotaie, si ha da questo una perdita a terra, quindi all'interruttore della corrente che serve il plot summenzionato, ritornato alla sua posizione di riposo permane un arco fra i due carboni di contatto, per la grande resistenza di questo arco si dà il caso che coi comuni apparecchi di sicurezza non abbia a fondersi la valvola inserita sulla derivazione della cassetta ed il plot resti elettrizzato. L'effetto dell'apparecchio di sicurezza, che la Società esercente il brevetto dell'ing. Diatto adoperava, diveniva quindi inutile per non dire dannoso, e la Commissione tecnica come risultato di questa osservazione ha creduto bene, anziché

rimediarvi studiando una disposizione più conveniente, sopprimere addirittura l'apparecchio.

A noi sembra che questo rimedio non sia dei più convenienti, giacchè non è colla soppressione dell'apparecchio di sicurezza che sarà possibile ovviare alle disgrazie che possono derivare dalla permanente elettrizzazione di un plot di contatto.

A queste considerazioni si è uniformato il nostro collega L. Negro, ed è per mezzo mio che vi presenta un suo nuovo apparecchio di sicurezza per tali sistemi, il cui scopo principale è quello di eliminare la resistenza dell'arco, riportando il plot di contatto in condizioni tali da generare nel circuito di sicurezza una corrente il cui valore sia sempre capace di far fondere la valvola.

Questo apparecchio di sicurezza (fig. 3) consiste in un semplice



frotteur posto agli estremi della vettura; questo *frotteur*, o pattino, porta un magnete M sul quale è una bobina induttrice formata da filo di rame avente una conveniente sezione; uno dei capi *a* di questo avvolgimento è fisso sullo stesso pattino, mentre l'altro fa massa con la vettura, ossia è messo a terra.

Il pattino ha poi ancora un nuovo collegamento A, che è quello del circuito di sicurezza destinato a far fondere la valvola.

Se avviene, come abbiamo detto, che un plot per cattivo isolamento sia la sorgente di una corrente debole a terra e che l'interruttore si stacchi mantenendo un arco fra i due carboni, si ha, al passaggio dell'apparecchio di sicurezza, che questa stessa corrente percorrendo la bobina induttrice, genera un flusso tale nel magnete M che l'interruttore è nuovamente attratto, la resistenza dell'arco è ridotta a zero ed il plot ritorna nelle condizioni normali di elettrizzazione, così che

stabilitosi il circuito A, la corrente risultante fa fondere la valvola di sicurezza.

Anche di questo apparecchio che, come vedete, è semplicissimo, e che convenientemente studiato non può mancare di dare buoni risultati, noi non abbiamo creduto darvi delle idee particolareggiate di costruzione, essendo questo una cosa che riguarda assai più l'opera delle società che eserciscono il sistema a sbarra magnetica, e poi anche perchè la sua costruzione è direttamente legata alla sagoma delle vetture.

Ho voluto soltanto portar a vostra conoscenza il modo di poter ovviare molti pericoli che possono derivare da accidentali inconvenienti che continuamente si presentano nei sistemi di trazione elettrica, inconvenienti che non sarà mai possibile eliminare se non aggiungendo a detti sistemi degli apparecchi di sicurezza che garantiscano veramente l'incolumità di chi ha diritto di passeggiare tranquillamente per le vie ove sono impiegati sia gli uni che gli altri sistemi di trazione.

Ad oggi, ai sistemi a trolley non era legato alcun mezzo di sicurezza e, pur troppo, chiunque interessandosi di tali studi abbia seguito costantemente il servizio con tali dispositivi, ha potuto notare quante disgrazie siano succedute da quando questi sistemi vennero adottati in così ampia scala. Disgrazie che certamente il più delle volte hanno origine dalla stessa disattenzione di chi fa il servizio, ma appunto perchè il più o meno buon andamento di tali mezzi di distribuzione è quasi sempre affidato ad un personale che non tutte le volte può prestare servizio con quell'attenzione che sarebbe necessaria, mi sembra più che logico che si abbiano ad unire ai suddetti mezzi di distribuzione degli apparecchi che suppliscano là dove lo stesso personale non tutte le volte può giungere.



N. 29.

VERBALE

della V Riunione annuale dell'A. E. I.

Roma, Via del Bufalo, 133 — Sede della Sezione Romana

In conformità alla deliberazione presa dal Consiglio generale della A. E. I. nella sua seduta tenutasi in Torino presso la Sede centrale il 28 giugno 1901, l'Assemblea generale ordinaria dell'Associazione è stata indetta in Roma nei giorni 12 e 13 ottobre scorso, a norma del Programma, spedito a tutti i Soci, in data 18 settembre.

Torino, 17 settembre 1901.

Egregio Collega,

La S. V. è invitata ad intervenire all'Assemblea generale ordinaria di questa Associazione, che avrà luogo in Roma secondo il seguente Programma :

Sabato, 12 ottobre, ore 9. — Prima riunione dell'Assemblea nei locali della Sezione di Roma, via del Bufalo, 133, col seguente

ORDINE DEL GIORNO :

Seduta antimeridiana:

1. Relazione del Presidente sull'esercizio in corso ;
2. Presentazione e discussione dei conti, a termine dell'articolo 15 dello Statuto sociale, e nomina dei Revisori ;
3. Letture del Prof. RICCARDO ARNÒ: *Sistema perfezionato di contattore di energia elettrica per sistemi a corrente alternata. — Sull'impiego del wattometro-fasometro per sistemi trifasi ad alta tensione.*

Seduta pomeridiana, ore 14:

1. Lettura del Prof. MOISÈ ASCOLI: *Sulla costruzione dei magneti permanenti;*
2. Lettura del Prof. ANGELO BANTI: *Proposta relativa alla priorità nell'invenzione del telefono spettante al Meucci;*
3. Lettura dell'Ing. GUSTAVO DOSSMANN: *Gli accumulatori elettrici;*

4. Interpellanza dell'Ing. ERNESTO FUMERO, relativa al ritardo nella pubblicazione delle opere di Galileo Ferraris.

Domenica, 13 ottobre - Seduta antimeridiana, ore 9:

1. Relazione della Commissione per il Concorso al premio Sacchi-Strazza;

2. Lettura dell'Ing. GIOVANNI GIORGI: *Le unità razionali di elettromagnetismo*;

3. Lettura dell'Ing. ERNESTO FUMERO: *L'elettrotrazione sui canali navigabili in Italia*;

4. Lettura dell'Ing. ANGELO SILVA: *Dell'induzione esercitata dalle linee ad alta tensione sulle linee telefoniche e del modo di evitarla*.

Seduta pomeridiana, ore 14:

1. Lettura del Prof. FERDINANDO LORI: *Le industrie elettrotecniche*;

2. votazione del *Regolamento per le norme di sicurezza negli impianti elettrici*, già distribuito ai Soci, secondo la deliberazione dell'Assemblea generale ordinaria dello scorso anno;

3. Comunicazioni eventuali della Presidenza e chiusura dell'Assemblea.

Gite e visite ad impianti.

Venerdì, 14 ottobre. — Visita agli impianti di Tivoli della Società Anglo-Romana per l'illuminazione; del signor prof. Garuti per l'elettrolisi dell'acqua; dell'antico impianto Gaulard e Gibbs per l'illuminazione di Tivoli.

Martedì, 15 ottobre. — Visita agli impianti di Roma: Stazione dei Cerchi e di Porta Pia; Centrale telefonica e telegrafica.

Mercoledì, 16 ottobre. — Visita alle Acciaierie ed altri Stabilimenti in Terni.

Il Segretario generale
R. PINNA.

Il Presidente
G. GRASSI.

All'Assemblea sono intervenuti i Soci seguenti:

SEZIONE DI TORINO.

Capuccio Mario, Ferraris Lorenzo, Grassi Guido, Imoda Giuseppe, Morelli Ettore, Morra Pietro, Oliva Luigi, Pinna Raffaele, Segrè Enrico, e i Soci collettivi:

Società Anonima Piemontese di Elettricità, rappresentata da Pinna Raffaele;

Società Elettrotecnica Italiana, rappresentata da Morelli Ettore;
Tecnografia Marandri, rappresentata da Capuccio Mario.

SEZIONE DI MILANO.

Ancona Ugo, Arnò Riccardo, Arcioni Vittorio, Danioni Filippo, Esterle Carlo, Finzi Vittore, Fumero Ernesto, Frigerio Carlo, Gadda Giuseppe, Giussani Tommaso, Jona Emanuele, Netti Alfredo, Panzarasa Alessandro, Poggi Gaetano, Rossi Luigi, Silva Angelo, Tagliabue Romeo, e i Soci collettivi:

Società l'« Agognetta », rappresentata da Oliva Luigi;

Gadda e C., rappresentati da Gadda Giuseppe;

L'Elettricità, rappresentata da Fumero Ernesto;

Monitore Tecnico, rappresentato da Manfredini Achille;

Pirelli e C., rappresentati da Jona Emanuele;

Società Edison, rappresentata da Esterle Carlo;

Società Parmense Illuminazione Elettrica, rappresentata da Silva Angelo.

SEZIONE DI GENOVA.

Capellini Vittorio, Cristoforis Giuseppe, Dossmann Gustavo, Pescetto Federico, Piva Giuseppe, Rumi Sereno, Thoma Max, e i Soci collettivi:

Officine Elettriche Genovesi, rappresentate da Thoma Max;

Acquedotto De Ferrari-Galliera, rappresentato da Capellini Vittorio.

SEZIONE DI BOLOGNA.

Borini Luigi.

SEZIONE DI FIRENZE.

Picchi Alberto, Rampoldi Attilio, Santarelli Giorgio, Tolomei Mario.

SEZIONE DI ROMA.

Anastasi Anastasio, Angelini Giuseppe, Alker Riccardo, Ascoli Moisè, Banti Angelo, Basevi Ettore, Belloc Luigi, Belloro Antonio, Cantono Eugenio, Ciampi Cesare, Cesaroni Cesare, Cammeo Amerigo, Catani Remo, Cannizzaro Mariano, Cardarelli Fedele, Costa Emilio, Di Pirro Giovanni, Dell'Oro Giovanni, Del Buono Ulisse, De Muro Leonardo, Fucci Giuseppe, Facchini Alfredo, Ferroni-Frati Giacomo, Gambara Giovanni, Giorgi Giovanni, Lattes Oreste, Lenner Raffaele, Lori Ferdinando, Leonardi Luigi, Majorana-Calatabiano Quirino, Marchesi Gaetano, Manzetti Riccardo, Milazzo Vincenzo, Mazzolani Giulio, Mozzani Vezio, Parazzoli Attilio, Perilli Guglielmo, Pardo Osvaldo, Rebaudi Vittorio, Reggiani Napoleone, Reina Vincenzo, Revessi Giuseppe, Rey Pietro, Salvadori Riccardo, Sella Alfonso, Sismondo Oscar, Stracciati Enrico, Tonelli Carlo, Zanardo Giovanni Battista, Ziino Sibaldo, e i Soci collettivi:

Ministero Agricoltura, Industria e Commercio, rappresentato da Lattes Oreste;

Ministero Poste e Telegrafi, rappresentato da Cardarelli Fedele;

Società Anglo-Romana per l'Illuminazione di Roma, rappresentata da Pouchain Carlo;

Società Generale dei Telefoni, rappr. da Ferroni-Frati Giacomo;

Società Italiana Forni Elettrici, rappresentata da Lori Ferdinando;

Società Italiana Carbuio di Calcio, rappresentata da Morani Fausto;

Società Romana Tramways-Omnibus, rappr. da Fucci Giuseppe.

SEZIONE DI NAPOLI.

Boubée Francesco, Bonghi Mario, Lombardi Luigi, Perna Alberto.

Seduta del 12 ottobre.

Alle ore 9 sono presenti circa ottanta Soci. Al banco della Presidenza siedono il Presidente prof. Guido Grassi, il Vice-Presidente prof. Moisè Ascoli, il Segretario generale ing. Raffaele Pinna.

Il Presidente GRASSI dichiara aperta la seduta alle ore 9 1/4 e ringrazia i Colleghi della Sezione Romana che hanno preparato un programma di liete ac-

coglienze e di interessanti visite. Dà quindi brevemente le notizie che riguardano la vita dell'Associazione nell'ultimo anno.

Il numero di Soci che al 1° maggio 1900 era di 741, è salito a 802 colla data del 1° maggio 1901; ed oggi è aumentato ancora di circa 20 Soci.

Il materiale per la pubblicazione degli Atti è stato più abbondante che negli anni scorsi; si sono pubblicati regolarmente i primi quattro fascicoli, uno ogni due mesi, e non mancherà materia per gli altri.

Non tutte le Sezioni hanno contribuito nell'egual misura alla vita dell'Associazione, e ciò per circostanze particolari, transitorie.

Fra le più attive Sezioni va segnalata quella di Roma che, come nell'anno precedente, diede una serie di conferenze assai interessanti su importanti argomenti di elettrotecnica. Tali conferenze furono tenute dai signori prof. Ascoli, Presidente della Sezione, sempre il primo a dare il buon esempio, prof. Battelli, dell'Università di Pisa, prof. Sella, Lori, Majorana e ing. Salvadori, Giorgi e Manzetti. Ne furono pubblicati dei sunti, più o meno estesi, negli Atti.

Le Sezioni di Milano e Torino si occuparono di questioni riguardanti le reti e i servizi telefonici delle rispettive città. Milano prese poi particolarmente in esame la questione delle norme di sicurezza per gli impianti elettrici, e nominò una Commissione che presentò una speciale Relazione.

Su ciò si dovrà discutere in una delle prossime sedute e il Presidente si riserva di dare allora, se sarà necessario, altri schiarimenti. Ma intanto coglie l'occasione per dichiarare che se vi sono dispareri, regna anche molta incertezza. La questione è importante, e non è facile prevedere esattamente le conseguenze della deliberazione che sarà per prendere l'Associazione. Perciò non sarà certamente la Presidenza che spingerà l'Assemblea a prendere una decisione precipitata; se il Regolamento deve avere un valore, bisogna che esso nasca da una discussione matura e raccolga il voto concorde di una grande maggioranza.

L'Assemblea dello scorso anno a Genova aveva dato incarico alla Presidenza di studiare se fosse il caso di accogliere la proposta fatta dalla Sezione di Torino di affidare a qualche Rivista tecnica la pubblicazione dei nostri Atti. La Presidenza ebbe infatti alcune proposte, ma le stimò inaccettabili, ed il Consiglio generale fu di parere che si continuasse nella pubblicazione degli Atti come si è fatto finora.

La Sede centrale ha procurato di rendere la pubblicazione sollecita per quanto da essa dipende; ma raccomanda vivamente ai Segretari delle Sezioni ed agli autori delle letture di essere a loro volta solleciti nella loro corrispondenza colla Sede centrale, se si vuole che gli Atti escano senza ritardo.

Per il Concorso al premio Sacchi-Strazza, che si chiudeva il 30 giugno, pervennero alla Sede centrale in tempo utile i lavori di cinque concorrenti. La Commissione, nominata dal Consiglio generale nella sua seduta del 28 giugno ultimo, presentò la sua Relazione, che sarà letta nella seduta antimeridiana di domani.

Abbiamo motivo di compiacerci dell'esito favorevole del Concorso e di esserne grati ai generosi donatori.

Di altre questioni particolari dovremo occuparci nella discussione del bilancio. A questo riguardo però mi piace annunziarvi fin d'ora, che le condizioni del nostro bilancio si presentano abbastanza buone.

Venendo all'attuale riunione è doveroso ricordare che la Sezione di Roma aveva pensato di farci assistere ad esperienze di telegrafia senza fili fra il continente e l'isola Maddalena; e fino all'ultimo, grazie alle favorevoli disposizioni del Ministero della Marina, si sperava di poter mantenere la promessa. Pur troppo si dovette rinunciare, per non essere ancora giunti a destinazione gli apparecchi e perchè i preparativi necessari richiederanno ancora molto tempo. In ogni modo dobbiamo essere grati alla Sezione Romana delle pratiche avviate a tale scopo. Del resto le visite ed escursioni preparate dai Colleghi di Roma sono tali che riusciranno di grande interesse per tutti i Soci. Un interesse speciale, storico, hanno per l'elettrotecnica gli impianti di Roma e Tivoli, che furono i primi dove l'applicazione industriale delle correnti alternate fu oggetto di seri studi da parte degli uomini più competenti, tra i quali primo Galileo Ferraris.

La Relazione del Presidente è vivamente applaudita.

GRASSI, *Presidente*. — Informa che il Vice-Presidente prof. Pagliani ed il Cassiere ing. Artom scusano la loro assenza dovuta ad imperiosi motivi.

Dà quindi lettura della seguente lettera:

Roma, 11 ottobre 1901.

Ill.mo signor Presidente,

Una triste febbre mi tiene in letto da oltre 40 giorni.

A sì grave iattura si aggiunge ora il dolore di non potere essere in mezzo ai miei cari Colleghi, di non potere esercitare quei doveri di ospitalità e di amicizia che mi avrebbero reso sì cari questi giorni. La prego di voler far conoscere a tutti gli intervenuti la penosa condizione in cui mi trovo, assicurandoli che seguo col più vivo amore i loro lavori, augurando proficui risultati di studio e liete visite ai nostri impianti elettrici.

Suo Dev.mo: G. MENGARINI.

Il Presidente, certo d'interpretare il sentimento dei Colleghi, si recherà a trovare il prof. Mengarini onde esprimergli il grande rincrescimento dei colleghi per la malattia che lo affligge e i loro fervidissimi voti di pronta e completa guarigione (*Approvazioni*).

PINNA, *Segretario generale*. — Legge, in assenza dell'ing. Artom, la Relazione del Cassiere :

Egregi Colleghi,

Mi onoro di presentarvi la situazione finanziaria della nostra Associazione quale risulta dai bilanci che vi sono stati distribuiti nella prima quindicina dello scorso agosto e che comprendono:

- 1° Il rendiconto finanziario dell'esercizio 1900 ;
- 2° Il conto preventivo dell'esercizio 1901 ;
- 3° Il conto preventivo dell'esercizio 1902.

Sul rendiconto dell'esercizio 1900 dovranno riferirvi gli egregi signori Revisori dei conti, prof. Ferraris ed ing. Segré, e mi permetto sopra tale conto di farvi solamente rilevare che le risultanze del consuntivo assai poco differiscono da quelle del presuntivo, essendosi l'esercizio chiuso con un saldo attivo di L. 2957.

Il conto preventivo dell'esercizio 1901 fu discusso ed approvato nell'Assemblea generale tenutasi in Genova il 4 ottobre 1900 ed i risultati della gestione che riflette il periodo dal 1° gennaio al 1° ottobre corrente, consentono di poter affermare fin d'ora che il consuntivo corrisponderà bene al preventivo, permettendo, qualora vengano a riscuotersi intieramente le quote che le Sezioni devono versare alla Sede centrale, e per alcuna delle quali dobbiamo pur troppo lamentare eccessivi ritardi nel regolamento delle quote stesse, di chiudere l'esercizio con un avanzo attivo di L. 4400.

Furono nell'esercizio corrente pubblicati finora già quattro fascicoli di Atti, il quinto ed ultimo fascicolo del quinto volume contenente tutto quanto si riferisce alla presente Assemblea uscirà prima della fine dell'anno, e per quanto riguarda le spese d'amministrazione fu precipua nostra cura di mantenerle nei più stretti limiti possibili.

Anche il conto preventivo dell'esercizio 1902, che sottoponiamo alla benevole vostra approvazione, lascia prevedere che, pur soddisfacendo alle spese per la pubblicazione degli Atti con L. 4300, potrà il bilancio chiudersi con un residuo attivo di circa L. 8000.

Questa somma potrà costituire tale fondo sociale da assicurare alla nostra Associazione quella vita prospera e rigogliosa che con voi, egregi Colleghi, sinceramente desidero.

Firmato: ALESSANDRO ARTOM.

PINNA, *Segretario generale*. — Presenta il rendiconto finanziario consuntivo dell'esercizio 1900, già distribuito ai Soci con circolare 17 settembre.

ENTRATA.

	PREVENTIVO	CONSUNTIVO
Contributo Soci L.	8700 —	8630 —
Vendita Atti e pubblicità »	350 —	767 60
Interessi »	25 —	31 15
Rifusione spese di stampa »	—	669 53
L.	9075 —	10098 28

USCITA.

	PREVENTIVO	CONSUNTIVO
Saldo al 31 dicembre 1899 L.	1924 55	1924 55
Stampa elenco Soci »	500 —	650 —
Stampa Atti »	2500 —	2900 50
Cancelleria, tessere, schede »	300 —	596 85
Spedizione Atti, Elenchi, Estratti »	—	247 80
Personale Amministrazione »	300 —	330 —
Spese postali e telegrammi »	200 —	200 82
Circolari convocazioni Assemblea, spese varie	350 45	290 76
Saldo al 31 dicembre 1900 »	3000 —	2957 —
L.	9075 —	10098 28

SEGRÉ. — Legge la Relazione dei Revisori:

Egregi Colleghi,

L'onorevole mandato che ci voleste affidare del controllo dei conti dell'esercizio finanziario della nostra Associazione, mentre fu per noi una graditissima testimonianza della vostra fiducia, ci ha procurato l'occasione di poter constatare direttamente il continuo progressivo incremento di questa Istituzione, mercè il quale ci avviciniamo sempre più al conseguimento dei nobili fini, cui vagheggiarono coloro che ne furono i fondatori.

Il nostro compito fu facile; giacchè colla scorta dei documenti e dei libri contabili tenuti con scrupolosa chiarezza dall'egregio ing. Artom, al quale siamo lieti tributare una parola d'encomio, abbiamo potuto convincerci che i bilanci presentativi meritano la vostra approvazione.

Noi non crediamo necessario ripetervi le cifre esposte nel rendiconto a stampa che vi venne spedito; ma osserviamo che per la regolarità dell'Amministrazione e perchè il consuntivo possa chiudersi in conformità del preventivo sarebbe desiderabile che le Sezioni saldassero con maggior precisione e sollecitudine il loro debito verso la Sede centrale.

In merito a tale argomento siamo dolenti di dovervi comunicare che una Sezione non ha ancora fatto fronte ai suoi impegni, e che altre sono in notevole ritardo, malgrado che si sia alla fine dell'esercizio.

Nel chiudere questa nostra breve Relazione, permetteteci di richiamare la vostra attenzione sulle economie rilevanti conseguite nelle spese di Amministrazione e sui sani criteri con cui questa fu diretta dal Presidente, prof. Grassi, e dal Segretario generale, ing. Pinna, all'opera dei quali è dovuta la crescente prosperità economica dell'A. E. I.

Gli ottimi risultati cui accenniamo ci fanno sperare che, in non lontano avvenire, la nostra Associazione acquisti l'importanza e l'influenza delle consimili Società estere e possa emularne il fecondo lavoro.

I Revisori dei conti

firmati: Ing. ENRICO SEGRÉ

» LORENZO FERRARIS.

SILVA. — Vorrebbe sapere in modo preciso quali sono le Sezioni così in ritardo nei versamenti delle somme dovute alla Sede centrale e specialmente quale è la Sezione che nulla ha ancora pagato.

GRASSI, *Presidente*. — A soddisfare subito la giusta domanda del socio Silva, legge lo specchio seguente:

Situazione al 1° ottobre 1901.

Sezioni di:	Debito	già versato	Residuo suo dare
Bologna . . . L.	690	340	350
Firenze . . . »	570	—	570
Genova . . . »	800	400	400
Milano . . . »	2870	2020	850
Napoli . . . »	690	290	400
Palermo . . . »	710	300	410, di cui L. 50 del 1900
Roma . . . »	1250	500	750
Torino . . . »	1570	740	830

RAMPOLDI. — Come Socio della Sezione di Firenze, è dolente di sentire, con grande sua sorpresa, che questa Sezione nulla abbia ancora versato alla Sede centrale, e gli duole anche che nessun membro del Consiglio direttivo della Sezione stessa sia qui presente, onde fornire le dovute spiegazioni. Egli deve aggiungere che, dal canto suo, non ha finora potuto pagare la quota, perchè nessuna richiesta ricevette fino ad ora dal Cassiere. Comunque, ritornato a Firenze, egli si adoprerà affinchè le cose procedano con maggiore regolarità e sollecitudine.

MANFREDINI. — Poichè la proposta già da lui fatta lo scorso anno nell'Assemblea di Genova, di chiudere cioè i bilanci al 30 giugno di ogni anno (ciò che eviterebbe l'assurdo di discutere un bilancio preventivo verso la fine dell'anno in corso), non ha potuto trovare, per disposizioni statutarie, favorevole accoglienza, si limita ad esprimere un voto, ed è che nei futuri consuntivi si facciano due specchi, uno contabile e l'altro patrimoniale, nel quale ultimo sia bene dettagliato il residuo attivo.

GRASSI, Presidente. — Mette ai voti il conto consuntivo dell'esercizio 1900, il quale risulta approvato ad unanimità.

Si dà atto che il Presidente ed il Segretario generale si sono astenuti dal votare.

PINNA, Segretario generale. — Presenta il progetto di bilancio preventivo per l'esercizio 1902:

CONTO PREVENTIVO ESERCIZIO 1902

(basato sulla situazione di Cassa al 30 giugno 1901).

Entrata.		Uscita.	
Avanzo 1901 L.	4400	Pubblicazione e spediz. Atti L.	4300
Quote sociali »	9000	Stampa elenco Soci, tessere »	200
Réclame e vendita Atti . »	500	Cancelleria »	50
Interessi »	25	Spese postali »	200
		Amministrazione . . . »	600
		Contrib. fitto Sez. di Torino »	200
		Riunione annuale . . . »	200
		Saldo »	8175
	L. 13925		L. 13925

MANFREDINI. — Desidera sia riservata una disponibilità maggiore per le spese di pubblicazione degli Atti e propone di portare la cifra stanziata da L. 4300 a L. 6000.

SALVADORI. — Propone di ridurre la quota di L. 10, che ogni Socio deve pagare alla Sede centrale, visto che il saldo attivo al 31 dicembre 1902 è previsto in L. 8175, e si sta cercando la maniera di utilizzarlo.

RUMI. — Appoggia la proposta del preopinante, anche per formale incarico avutone da parecchi suoi Colleghi della Sezione di Genova.

GRASSI, *Presidente*. — Risponde subito ai colleghi Salvadori e Rumi opponendo la quistione pregiudiziale. La loro proposta di ridurre la quota che ogni Socio deve versare alla Sede centrale, non può esser messa in discussione, non essendo all'ordine del giorno, imperocchè si tratterebbe di riforma allo Statuto.

SILVA. — Lo specchio testè presentato dal Presidente circa il debito delle varie Sezioni colla Sede centrale e la poca puntualità nei pagamenti, è una prova lampante della difficoltà in cui si trovano i singoli Cassieri nell'esigere regolarmente tutte le quote. Non è possibile, d'altra parte, che sopra 800 e più Soci, molti dei quali, per l'indole stessa delle loro occupazioni, cambiano talvolta di domicilio, recandosi non solo in altra città d'Italia, ma anche all'estero, non si abbia ad incorrere in quote inesigibili. E difatti nel preventivo 1901, approvato a Genova lo scorso anno, è stato appunto stanziato un fondo di L. 200 per quote inesigibili. Propone che anche nel preventivo 1902 sia mantenuta la stessa cifra o quella qualunque altra che all'Ufficio di Presidenza sembrerà più conveniente.

Ritenendo poi che, pur aumentandosi lo stanziamento alle spese per gli Atti e calcolando con qualche larghezza gli imprevisti e le mancate esazioni, rimarrà tuttavia un discreto saldo attivo, propone che si metta a disposizione del Consiglio generale una somma di L. 1500 per distribuirla come premio agli autori delle migliori Memorie pubblicate negli Atti, e presenta il seguente

ORDINE DEL GIORNO :

« L'Assemblea stanZIA la somma di L. 1500 sul bilancio 1902, mettendola » a disposizione del Consiglio generale per uno o più premi fra i Soci, nel modo » che il Consiglio stesso crederà di stabilire ».

PANZARASA. — Appoggia la proposta dell'istituzione del premio, che già era stata presentata nell'Assemblea di Como, e propone che siano con L. 1500 stabiliti almeno tre premi.

MANFREDINI. — Appoggia la proposta Silva, modificandola nel senso che il premio sia unico e sia aggiudicato alla Memoria che un'apposita Commissione riterrà più meritevole fra quelle pubblicate negli Atti.

RUMI. — Non crede si possa discutere, nè votare la proposta Silva, non essendo all'Ordine del giorno.

LATTES. — Propone che il premio sia ridotto a L. 1000, almeno pel primo anno.

PINNA, *Segretario generale*. — È d'accordo col collega Silva che occorra stanziare nel passivo del bilancio una somma non inferiore a L. 300; anzi egli, per

motivi che diffusamente spiega, sarebbe di opinione di preventivare una somma anche maggiore e calcolare, fra quote inesigibili e imprevisti, L. 800. Si esprime poi in modo favorevole all'istituzione di uno o più premi, secondo le modalità indicate nell'Ordine del giorno Silva, conchè la somma sia ridotta a L. 1000, come propone il collega Lattes.

GRASSI, *Presidente*. — Accetta la proposta Silva, modificata nel senso che l'ammontare del premio non sia superiore, pel primo anno, a L. 1000, e ritiene sufficiente la somma di L. 300 per quote inesigibili, confidando sulla puntualità dei Soci e sullo zelo dei Cassieri.

SILVA. — Non insiste sulla cifra di L. 1500 e modifica il proprio Ordine del giorno nel senso che l'ammontare dei premi da stanziarsi sul bilancio 1902 sia ridotto a L. 1000.

Messo ai voti l'Ordine del giorno Silva con questa modifica, è approvato a forte maggioranza, dandosi atto al socio Rumi della sua astensione.

SEGRÉ. — Propone di aumentare fino a L. 500 lo stanziamento per le spese relative alla riunione annuale, onde le Sezioni che hanno ogni anno, una dopo l'altra, il piacere di ospitare i Colleghi, non abbiano a sopportare spese che riguardano l'Associazione nel suo complesso.

GRASSI, *Presidente*. — Tenendo conto di quanto è stato proposto, presenta e pone ai voti il conto preventivo 1902, modificato come segue:

CONTO PREVENTIVO ESERCIZIO 1902.

<i>Entrata.</i>		<i>Uscita.</i>	
Avanzo 1901	L. 4400	Pubblicazione e spediz. Atti	L. 6000
Quote sociali	» 9000	Stampa elenco Soci, tessere	» 200
Réclame e vendita Atti .	» 500	Cancelleria	» 50
Interessi	» 25	Spese postali	» 200
		Amministrazione	» 600
		Contrib. fitto Sez. di Torino	» 200
		Riunione annuale	» 500
		Imprevisti e quote inesigib.	» 300
		Stanziamento per premi fra	
		i Soci	» 1000
		Saldo	» 4875
	L. 13925		L. 13925

Il conto preventivo, col passivo così modificato, è approvato a fortissima maggioranza.

GRASSI, *Presidente*. — Prima di togliere la seduta, pone ai voti la nomina di due Revisori dei conti per il prossimo esercizio.

Riescono riconfermati ad unanimità i soci prof. Lorenzo Ferraris ed ingegnere Enrico Segré.

Il Presidente scioglie la seduta alle ore 12.

Seduta pomeridiana del 12 ottobre.

Il Presidente apre la seduta alle ore 14 e dà la parola al

Prof. RICCARDO ARNÒ. — Questi legge le sue due Note:

« Sistema perfezionato di contatore di energia elettrica per sistemi a corrente » alternata. — Sull'impiego del wattometro-fasometro per sistemi trifasi ad alta » tensione » (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Ringrazia il socio Arnò per le sue dotte letture, che verranno pubblicate negli Atti, ed apre la discussione sulle medesime.

ARCIONI. — Ha seguito con interesse la lettura sull'impiego del wattometro-fasometro, ma deve far rilevare che lo strumento così denominato e presentato dal socio prof. Arnò è già noto come misuratore del fattore di potenza, o meglio del *Wattless-power*, in un sistema trifase. Inoltre egli fa rilevare come in altra maniera più semplice di quella esposta dall'Arnò possa giustificarsene il funzionamento, senza imbattersi nelle difficoltà costruttive che si sono dovute superare per giungere poi, in definitiva, alla medesima conclusione finale.

ARNÒ. — È pienamente d'accordo con l'ing. Arcioni in merito al fatto che un elettrodinamometro possa essere usato, nel caso di sistemi trifasi simmetricamente carichi, anche come fasometro. L'apparecchio da lui presentato non è una semplice applicazione di un metodo già noto, ma bensì una speciale combinazione per cui lo stesso strumento può simultaneamente servire quale misuratore della potenza, della corrente in quadratura e del fattore di potenza.

Egli, approfittando dell'occasione, è lieto di comunicare all'Assemblea che il suo apparecchio viene attualmente costruito su larga scala dalla rinomata Ditta Hartmann e Braun di Francoforte, che ne ha acquistato il diritto di fabbricazione per la Germania.

Inquanto alla seconda osservazione fatta dall'ing. Arcioni, egli fa rilevare che non avrebbe potuto, per spiegare il funzionamento del suo apparecchio, partire da concetti diversi da quelli che lo condussero ad escogitare il suo wattometro fasometro presentato al Congresso degli Eletttricisti in Como; poichè quello non è che una modificazione di questo, intesa a poter usare lo strumento anche nel caso di sistemi ad alta tensione.

ASCOLI. — Legge la sua Nota: « Sulla costruzione dei magneti permanenti » (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Ringrazia il prof. Ascoli per la sua dotta comunicazione, che è stata accolta con molto plauso dai numerosi Soci presenti, e, nessuno chiedendo di interloquire in merito, dà la parola al socio prof. Angelo Banti.

BANTI. — Svolge la sua « Proposta relativa alla priorità nell'invenzione del telefono spettante al Meucci ».

L'Assemblea segue con vivo interessamento la chiara e dotta esposizione del prof. Banti (che verrà pubblicata in *extenso* negli Atti), fatta con rara competenza e suffragata da molti documenti storici, alcuni dei quali assolutamente fin qui ignorati, e gli tributa un plauso sincero.

GRASSI, *Presidente*. — Rendendosi interprete del sentimento dei Colleghi, ringrazia il socio Banti per l'opera patriottica compiuta e mette ai voti il seguente

ORDINE DEL GIORNO:

« L'Assemblea, preso atto della Comunicazione del prof. Angelo Banti circa »
» la priorità nell'invenzione del telefono, spettante all'italiano Antonio Meucci,
» deferisce alla Presidenza la nomina di una Commissione, la quale, insieme al
» proponente, completi le indagini, le ricerche e gli studi relativi, onde rivendi-
» care al genio italiano anche l'invenzione del telefono ».

Quest'Ordine del giorno è approvato all'unanimità.

DOSSMANN. — Legge la sua Monografia: « Gli accumulatori elettrici » (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Ringrazia il socio ing. Dossmann per la sua interessante lettura ed apre la discussione sulla medesima.

PESCETTO. — È d'accordo col socio Dossmann nel riconoscere che l'impiego degli accumulatori non ha in Italia quello sviluppo che industrialmente dovrebbe avere e che si osserva in altri paesi.

Egli deplora però che la comunicazione del Dossmann, tanto esclusivamente laudativa dell'accumulatore Tudor e critica per tutti gli altri, non sia stata fatta conoscere prima agli interessati, che avrebbero potuto portare elementi per un'utile discussione.

Invece, per il modo in cui sono procedute le cose, gli interessati non hanno possibilità di difesa, non potendo rispondere discutendo a voce che alla prossima Assemblea. Per suo conto potrebbe fare qualche osservazione e correggere qualche inesattezza relativamente al tipo Majert, ma, colto all'improvviso, crede

che le sue osservazioni risulterebbero certamente incomplete, e preferisce non farne.

GRASSI, *Presidente*. — È d'accordo col socio Pescetto sulla opportunità di far conoscere, prima dell'Assemblea, ai singoli Soci il contenuto delle letture, che possono dar luogo a discussioni; come è consuetudine, per esempio, dell'Associazione Britannica. Procurerà di fare qualche cosa di simile per la prossima Assemblea, poichè ritiene che tali discussioni siano utilissime e debbano formare uno degli scopi delle nostre riunioni.

DOSSMANN. — Replica al socio Pescetto ricordandogli di essersi trovato nella stessa posizione quando tre anni fa il tenente colonnello Pescetto fece a Milano la sua lettura intorno al proprio accumulatore, additandone la leggerezza e la conseguente inferiorità del Tudor, ma non pensò mai a replicare, sapendo per prova che il tempo sarebbe stato giudice inappellabile. D'altronde egli non ha lodato esclusivamente il Tudor, di cui non fece neanche il nome; ma si è limitato a paragonare parecchi tipi Planté, fabbricati in Italia, additando di alcuni le cause dei difetti riscontrati in pratica.

PESCETTO. — Fa osservare al collega Dossmann che allorquando egli fece a Milano la lettura sul proprio accumulatore, non criticò alcun altro tipo, ma si limitò a porre a confronto i dati di capacità pubblicati relativamente ad alcuni accumulatori con quelli che l'esperienza gli aveva fornito per il suo.

BONGHI. — Osserva che allo stato attuale della tecnica non crede si possa esprimere un giudizio definitivo sui diversi tipi di accumulatori, e dichiarare che unico tipo pratico è quello Planté, con lastra piena di piombo ottenuta da fusione. Egli esercita impianti fissi con accumulatori tipo Faure e tipo Planté, e nel loro funzionamento elettrico e nelle spese di manutenzione non ha notato differenze sostanziali. Passa quindi in rassegna le cause di deperimento che si hanno negli accumulatori a piombo, pressochè uguali, ma variamente intense nei diversi tipi, ponendo in primo luogo, non le bolle di gas, ma le variazioni di volume degli ossidi di piombo che entrano nelle reazioni elettrochimiche, la resistenza meccanica della lastra a tali variazioni, la rigidità del montaggio considerata in rapporto alle singole lastre, la disuguaglianza di superficie e di sezione della lastra.

Visto che difetti di costruzione vi sono in entrambi, occorre provvedere ad eliminarli se gli accumulatori di piombo devono essere gli accumulatori dell'avvenire. Il discutere se è meglio usare lastre fuse o laminate è prematuro.

Riconosce la franchezza del collega Dossmann nel dichiarare che gli accumulatori sono oggetto di consumo, ma crede che egli non si sia espresso esattamente quando asserisce che su 5,000,000 di accumulatori montati in un periodo di dieci anni la manutenzione totale è stata sino ad oggi, per la parte che lo riguarda, di sole L. 300,000.

Le Ditte costruttrici assicurano gli accumulatori per dieci anni con un premio

annuale dal 5 al 6 % sul costo totale della batteria, e si noti che l'assicurazione riguarda le lastre che rappresentano solo il 65 % del valore della batteria. Vi è poi anche la manutenzione ordinaria a carico dell'acquirente e la quota d'interesse ed ammortamento decennale.

La grande applicazione degli accumulatori ne mostra davvero l'importanza pratica, poichè industriali sagaci e prudenti ne hanno affrontato la forte spesa, ma non bisogna crearsi illusioni sullo stato attuale di questo ramo di tecnica, nè tanto meno estenderne troppo la sua applicazione; è bene ricordare che gli accumulatori allo stato attuale migliorano il rendimento degli organi meccanici, ma per conto loro hanno un rendimento mediocre.

DOSSMANN. — Replica ancora brevemente.

Il Presidente, l'ora essendo tarda, scioglie la seduta alle ore 18, rinviando alla seduta antimeridiana di domani il seguito dell'Ordine del giorno.

Seduta del 13 ottobre.

Sono presenti circa novanta soci. Siedono al banco della Presidenza il Presidente prof. Grassi, il Vice-Presidente prof. Ascoli, il Segretario generale ingegnere Raffaele Pinna.

Il Presidente dichiara aperta la seduta alle ore 9, e dà l'incarico all'ing. Ettore Morelli di leggere la Relazione della Commissione incaricata di giudicare i lavori presentati al Concorso per il premio di elettrotecnica, elargito dai signori Sacchi e Strazza di Como.

MORELLI. — Legge la seguente Relazione :

Egregi Colleghi,

I signori Augusto Sacchi ed Osvaldo Strazza nell'anno 1899, in occasione del Congresso degli Elettricisti a Como, misero a disposizione dell'onorevole Sindaco di Como la somma di L. 3000, quale contributo per le onoranze a Volta; l'onorevole Sindaco devolse la predetta somma ad un Concorso di studi elettrici, rimettendone l'assegnazione e le modalità al Congresso. E questo, nella seduta pomeridiana del 23 settembre 1899, approvava che venissero stabiliti due premi di L. 1500 ciascuno per i due migliori lavori rispettivamente di elettrologia e di elettrotecnica, senza fissazione, nè limitazione alcuna di temi, deferendo l'aggiudicazione del premio di elettrotecnica alla Presidenza dell'Associazione; il Consiglio generale dell'A. E. I., nella sua seduta 8 aprile 1900, stabilì il programma del Concorso, secondo il quale i lavori dei concorrenti dovvano essere posteriori alla data del Congresso di Como e presentati alla Sede centrale entro il 30 giugno 1901.

La Commissione fu nominata dallo stesso Consiglio generale nella seduta 28 giugno 1901, e risultò composta dei signori: prof. Guido Grassi, prof. Moisé Ascoli, ing. Bartolomeo Cabella, ing. Ettore Morelli, ing. A. Panzarasa, i quali, a seconda dell'incarico avuto, dopo accurato esame dei lavori presentati, espongono il loro giudizio nella presente Relazione.

Elenco dei lavori presentati. — I concorrenti furono cinque, e presentarono nel termine utile fissato i seguenti lavori:

1° Motto: *Multum in parvo* (manoscritto). — Descrizione dell'apparecchio « Porta-lampade presa di corrente »;

2° Signor Giuseppe Utili (Napoli). — Nuovo sistema per regolare e mantenere uniforme il potenziale negli impianti di illuminazione elettrica (Tipografia Giuseppe Colla — Napoli, 1901);

3° Motto: *Mediolanum* (manoscritto). — Trazione elettrica ferroviaria di sicurezza;

4° Dottor A. G. Rossi (Torino). — Studio teorico di una coppia di circuiti induttivi in parallelo, su corrente alternata a potenziale costante:

Nota 1°: Estratto dal *Nuovo Cimento*, serie 4^a, volume XI, fascicoli di maggio e giugno 1900;

Nota 2°: Manoscritto;

5° Dottor O. M. Corbino (Palermo). — Dieci Memorie:

a) Sull'interruttore di Wehnelt: Estratto dal volume 8°, secondo semestre, serie 5^a, fascicolo XII, seduta 17 dicembre 1899, « Rendiconti R. Accademia dei Lincei », classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;

b) Correnti dissimetriche ottenute nel secondario di un trasformatore, interrompendo nel primario la corrente coll'apparecchio di Wehnelt: Estratto dal volume 8°, secondo semestre, serie 5^a, fascicolo XII, seduta 17 dicembre 1899, « R. Accademia dei Lincei »;

c) Correnti indotte in un trasformatore per l'interruzione della corrente primaria coll'apparecchio di Wehnelt: Estratto dal volume 9°, primo semestre, serie 5^a, fascicolo IV, seduta 18 febbraio 1900, « R. Accademia dei Lincei »;

d) Correnti rapidamente variabili nei circuiti derivati: Estratto dagli « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », volume 5°, fascicolo I, Sezione di Palermo, 27 gennaio 1901;

e) Nuovo metodo per determinare la curva di isteresi magnetica, per variazioni comunque rapide del campo magnetizzato. — *L'Elettricista*, Roma, 1° gennaio 1900, volume 9°, numero 1;

f) Sulla differenza di potenziale ai poli dell'arco: Estratto dagli « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », volume 5°, fascicolo I, Sezione di Palermo, 9 dicembre 1900;

g) Rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da correnti trifasiche: Estratto dagli « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », volume 5°, fascicolo I, Sezione di Palermo, 30 dicembre 1900;

h) Sulle generatrici asincrone: Estratto dagli « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », volume 5°, fascicolo I, Sezione di Palermo, 27 gennaio 1901;

i) Sulla invertibilità dei motori asincroni a campo rotante: Manoscritto di dodici pagine;

l) Generatore di corrente continua a funzioni multiple, dedotto dal principio dei motori asincroni polifasici: Manoscritto di nove pagine.

Esame dei lavori. — 1° Motto: *Multum in parvo.* — L'apparecchio che forma oggetto di questa Nota è una combinazione di un bocchettone di presa con un porta-lampade; riguarda quindi solo la tecnica pratica, nel qual campo però costituisce una innovazione di minima importanza, e quindi non meritevole del premio.

2° Signor GIUSEPPE UTILI, *Napoli.* — Il sistema proposto dal signor Utili per reti d'illuminazione a corrente continua consiste nell'accoppiare a volontà, ed a seconda del richiamo di corrente, la conduttura d'illuminazione pubblica a quella di illuminazione privata, onde utilizzare meglio il totale di rame impiegato per una maggiore regolarità di tensione generale, valendosi a questo scopo di interruttori elettromagnetici comandati a distanza, che permettono di eseguire le manovre necessarie dal quadro di officina. Il sistema funziona nell'impianto di Corato. Riteniamo che in generale l'accoppiamento e distacco a momenti opportuni di circuiti alimentatori e distributori differentemente caricati, per meglio equilibrare i potenziali sulle reti, non rappresenti un principio nuovo, come pure crediamo non sia nuovo l'uso di interruttori elettromagnetici manovrabili dalla stazione generatrice per interruzioni od inserzioni a distanza. Crediamo perciò che questo sistema, pur essendo di pratica utilità, non possa considerarsi di novità ed importanza tale da meritare il premio che forma oggetto del presente Concorso.

3° *Mediolanum.* — Nel sistema di trazione ferroviaria, presentato in questa Memoria, si propone l'uso di una linea trifase aerea ad altissima tensione (30,000 volt) con stazioni di trasformazione a 3000 volt, alimentanti una seconda linea trifase aerea o sotterranea, la quale, a sua volta, a mezzo di interruttori automatici e molte prese di corrente, si collega alla rotaia di contatto costituita da un gran numero di brevi sezioni vive (alimentate da corrente) isolate fra loro, comunicanti alternativamente coi tre fili di fase e separate da sezioni morte (senza corrente): interruttori automatici servono, come in sistemi analoghi, a rendere attiva una lunghezza limitata di rotaia nei dintorni del treno viaggiante: l'apparecchio di presa di corrente pei motori del treno è fatto con

tre coppie di pattini a contatto rispettivamente con tre tratti di rotaia di fase diversa e con tre sezioni morte.

La Commissione osserva anzitutto che il sistema non è, nella nota presentata, sufficientemente studiato in tutti quei particolari costruttivi che hanno notevole importanza in simili applicazioni. Inoltre, che il sistema dà luogo a notevoli complicazioni nella distribuzione secondaria a causa della necessaria suddivisione della rotaia di contatto in numerose sezioni di limitata lunghezza. La rotaia di presa poi, per la sua costituzione frammentaria, appare di scarsa garanzia per ciò che riguarda l'indefornabilità, l'isolamento delle parti e la loro buona conservazione. Si aggiunga che, onde non frammentare all'eccesso detta rotaia di contatto, il complesso dei pattini di presa è necessariamente tanto lungo da essere applicabile solo ad un treno di parecchie vetture, ed impedisce perciò il percorso di una semplice vettura automotrice o locomotiva, con grave discapito dei servizi di smistamento, manovra di stazione, ed eventualmente di soccorso. Infine, durante il percorso del treno si ha un continuo scambio di fase nei motori, e dubitiamo molto che nella pratica ciò non abbia ad essere di serio inconveniente, ad onta dell'impiego del raddrizzatore di fase, a cui accenna l'autore, il quale, ad ogni modo, rappresenterebbe un'ulteriore spesa e complicazione.

Per questi motivi, la Commissione giudica il lavoro incompleto e non meritevole del premio.

4° Dottor A. G. ROSSI, *Torino*. — Nella Memoria è descritto un nuovo apparecchio, costituito da un nucleo di ferro laminato, su cui sono avvolti quattro ordini di spire giustapposte, di cui due invariabili e due con asse magnetico variabile, mediante un sistema a collettore e porta-spazzole. L'autore presenta una teoria completa di quest'apparecchio, dimostrando di conoscere a fondo e di saper maneggiare con molta sicurezza i noti metodi di trattazione algebrica e grafica relativi alla teoria delle correnti alternate; la Commissione però osserva che l'apparecchio non può funzionare da survoltatore o da riduttore di tensione, contrariamente a quanto l'autore asserisce, e malgrado che questo studio contenga delle parti pregevolissime per l'accuratezza e lo sviluppo notevole della trattazione, la Commissione non lo ritiene meritevole del premio.

5° Dottor O. M. CORBINO, *Palermo*. — L'autore presenta un complesso di dieci Memorie.

Lo studio sul generatore a corrente continua a funzioni multiple, contiene la descrizione del principio e l'esame delle condizioni generali di funzionamento di una macchina derivata da un ordinario motore asincrono trifase, capace di servire tanto come generatore che come motore, sia a corrente continua che alternata; è una trattazione non priva d'interesse, quantunque si possano sollevare dei dubbi sulla utilità ed applicabilità dell'apparecchio, specialmente dal punto di vista elettro-meccanico.

Un'altra Memoria sulla invertibilità dei motori asincroni, ed una terza sulle

generatrici asincrone, quantunque non conducano a conclusioni d'immediata importanza per la pratica, rappresentano tuttavia studi che possono essere utili per chi voglia approfondirsi nella conoscenza di queste macchine.

Uno studio molto interessante è quello relativo alla rappresentazione stereometrica dei potenziali nei circuiti percorsi da corrente trifasica, nel quale l'autore rileva per primo la differenza nella distribuzione del potenziale lungo un lato di un triangolo di distribuzione trifasica, rispetto ad un circuito a corrente alternata semplice.

La Nota sulle differenze dei potenziali esistenti ai poli dell'arco voltaico contiene risultati d'un lavoro col quale l'autore, mediante l'appoggio di nuovi esperimenti su correnti rapidamente variabili, si schiera fra quelli i quali sostengono che nell'arco voltaico non esiste una forza contro-elettromotrice.

Ingegnoso è il nuovo metodo per la determinazione della curva di isteresi magnetica prodotta dall'azione di correnti rapidamente variabili, fondato sull'uso del tubo di Braun.

Infine una serie di quattro Memorie si riferisce a studi ed esperimenti sull'interruttore di Wehnelt, e sulle proprietà delle correnti rapidamente variabili che con esso si possono produrre in trasformatori, lampade, ed in circuiti variamente combinati; queste Memorie sono veramente pregevoli e per novità di risultati e per l'accurata e geniale discussione di essi.

La Commissione riconosce che il dottor Corbino porta un contributo importante agli studi che interessano l'elettrotecnica, e perciò lo stima meritevole del premio Sacchi-Strazza (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — In conformità di tale conclusione, si farà premura di partecipare al socio dottor Corbino che la Commissione gli ha aggiudicato il premio di L. 1500, rendendosi interprete presso di lui della compiacenza dei Colleghi, e contemporaneamente ne darà avviso all'esimio ing. comm. Cadenazzi, Sindaco di Como, a disposizione del quale i signori Sacchi e Strazza misero la predetta somma.

Prima di dare la parola al socio Fumero per svolgere la sua interpellanza all'Ordine del giorno, relativa al ritardo nella pubblicazione delle opere di Galileo Ferraris, informa l'Assemblea che, senza impegno da parte dell'A. E. I., si farà in un tempo prossimo una riproduzione in tre volumi delle opere del compianto scienziato, di cui tutti ancora sentiamo viva nel cuore l'immaturo dipartita. Il primo volume conterrà le diverse Memorie relative all'elettricità; il secondo le varie conferenze e discorsi; il terzo conterrà le note e scritti di argomenti vari, come, ad esempio, quelle relative all'ottica, alla termodinamica, ecc.

L'editore, al quale ci siamo rivolti, offre a tutti i Soci dell'A. E. I., i quali si sottoscriveranno prima della pubblicazione, un notevole ribasso.

FUMERO. — Prende atto con piacere di questa comunicazione, e, se la sua interpellanza fosse soltanto relativa alle opere del grande Maestro, già stampate in atti accademici, in riviste ed in opuscoli separati, che ora, con lodevolissimo intento, la nostra Presidenza ha preso l'iniziativa di riunire in tre volumi, egli non avrebbe più ragione d'insistere. Invece lo scopo della mozione che sta per svolgere è relativo esclusivamente alla seconda parte delle lezioni del Ferraris. Egli ricorda, e non lo hanno certo dimenticato i Colleghi, che nella seduta del 21 settembre 1899, durante l'Assemblea generale tenutasi in Como, uno dei nostri consoci domandò quando verrebbe finalmente pubblicata la seconda parte delle ricordate lezioni. Il prof. Arnò (che coll'ing. Lorenzo Ferraris e col colonnello Pescetto venne incaricato dall'Assemblea del 1897 di attendere a questa pubblicazione), rispose che « lo avrebbe potuto fare entro il 1900, notando che il ritardo era dovuto a qualche difficoltà che gli si era presentata sul capitolo delle macchine dinamo elettriche, sul quale argomento le lezioni non sono complete ». Queste parole sono tolte testualmente dal verbale. Il prof. Colombo, che era allora nostro Presidente, ed in tale qualità dirigeva la discussione, propose che le lezioni venissero senz'altro pubblicate, tali quali, senza aggiunte. Ciò che l'Assemblea approvò all'unanimità.

Sono ormai trascorsi più di due anni e nulla è stato fatto. La quistione venne sollevata da alcuni nostri consoci nelle colonne della Rivista « L'Elettricità », di cui egli è redattore-capo; avendo per ciò avuto occasione di parlarne coll'ingegnere Arnò, questi, pur non contestando l'impegno altra volta preso, riconosce che, per molti motivi, i quali potrà meglio spiegare lo stesso Arnò qui presente, non è conveniente dar seguito all'idea.

Se così stanno le cose si prenda pure la decisione di non pubblicare la seconda parte delle lezioni del Ferraris; ma occorre assolutamente che la cosa sia definitivamente decisa in un senso o nell'altro e non lasciare che la cosa si trascini oltre, con poco decoro per la nostra Associazione e per la venerazione che abbiamo tutti per la memoria del grande Maestro (*Approvazioni*).

GRASSI, *Presidente*. — Conferma quanto è stato esposto dal socio Fumero relativamente all'impegno preso dal prof. Arnò e alla deliberazione votata a Como di pubblicare le lezioni senza alcuna aggiunta. Egli non ha mancato nel frattempo di sollecitare l'egregio prof. Arnò e, poichè abbiamo il piacere di averlo qui presente, gli dà la parola onde i colleghi sappiano da lui per quali motivi non ha creduto di mantenere l'impegno.

ARNÒ. — Ricorda che a Como aveva ancora domandato se l'Associazione non credeva meglio si facesse un trattato seguendo le lezioni di Galileo Ferraris. L'Assemblea rispose subito di no. L'idea dei Soci era dunque quella di pubblicare tali quali le lezioni del Ferraris. Ora, la prima parte di queste, quella teorica, è completa e il collega Lorenzo Ferraris l'ha potuta splendidamente redigere in forma di trattato. Egli non avrebbe potuto quindi pubbli-

care la seconda parte sotto altra forma che quella di trattato e ammette di aver fatto male a non rassegnare il mandato a Como quando l'Assemblea decise altrimenti. Si mise però all'opera; ma gli si parlò subito innanzi una prima difficoltà nel titolo dei singoli capitoli. Prendiamo ad es. il capitolo: *Accumulatori*: Galileo Ferraris non faceva lezioni su questo capitolo, che lasciava invece svolgere ai suoi assistenti. Ecco dunque già una cosa incompleta. E così potrebbero dire circa al capitolo: *Distribuzione dell'energia*. Anche nel capitolo: *Macchine* vi sarebbero e non poche lacune. Nel calcolo degli alternatori, per es.: Galileo Ferraris non dava la formula per esteso, accennando a grandi tratti come la si sarebbe potuta ricavare; e così per la teoria completa del trasformatore, per la descrizione delle macchine dinamo-elettriche. Egli non si è quindi più sentito di compilare questa seconda parte nella quale vi sono tratti splendidi ed altri incompletissimi, dovuti all'epoca in cui Ferraris insegnava e alla mancanza del tempo. Riassumendo, egli è di ferma opinione che bisogna rinunciare a questa pubblicazione per la venerazione che dobbiamo al sommo Maestro, che egli ha amato con affetto filiale.

PANZARASA. — Non è d'accordo col collega Arnò. A Como si è presa una deliberazione e questa va mantenuta. Il prof. Arnò equivoca sull'indole della pubblicazione, poichè restando ben ferma la deliberazione di pubblicare le lezioni *tali quali*, senza aggiunta di sorta, le obiezioni fatte dal preopinante cadono tutte. Se il prof. Arnò non si sente più di mantenere l'impegno preso nel 1897 e mantenuto a Como nel 1899, a noi non rimane che prenderne atto con rammarico e invitare la Presidenza a delegare altro fra gli allievi del Ferraris, fra quelli che ebbero con lui maggiore domestichezza, a compilare la tanto attesa pubblicazione.

SANTARELLI. — Ammesso pure che vi sieno tutte le difficoltà accennate dall'Arnò, gli sembra che nulla impedirebbe di pubblicare qualche *saggio* staccato fra le sue lezioni, scegliendo quella parte che una speciale Commissione ritenesse più opportuna e veramente originale.

FUMERO. — Si associa al collega Santarelli e presenta il seguente Ordine del giorno:

« L'Assemblea, preso atto delle dichiarazioni fatte dal prof. Arnò, delibera » di non procedere alla pubblicazione integrale della seconda parte delle lezioni » di Galileo Ferraris; ma riterrebbe opportuno se ne pubblicassero i frammenti » più interessanti in aggiunta alle opere più originali ».

SILVA. — Combatte quest'Ordine del giorno ed appoggia le conclusioni del collega Panzarasa, presentando quest'Ordine del giorno:

« L'Assemblea mantiene integra la deliberazione presa a Como nella seduta » del 21 settembre 1899 relativamente alla pubblicazione delle lezioni di Ga- » lileo Ferraris, lasciando all'attuale ufficio di Presidenza la cura di provve- » dere al riguardo ».

RAMPOLDI. — È stato prevenuto nella sua idea dal collega Silva, e non manca quindi di appoggiare completamente l'Ordine del giorno da lui presentato. Ha solo da aggiungere che, a giustificazione di quelle lacune cui accennava in precedenza il prof. Arnò, un'opportuna prefazione a questa seconda parte delle lezioni varrebbe a far comprendere allo studioso la ragione della incompleta trattazione di taluni singoli argomenti, conseguenza necessaria dell'epoca in cui Ferraris insegnava e della ristrettezza del tempo per tale insegnamento destinato.

CAPUCCIO. — Approva e si associa egli pure all'Ordine del giorno Silva.

MANFREDINI. — Appoggia la proposta Santarelli-Fumero.

FERRARIS LORENZO. — Si oppone vivamente alla proposta Santarelli-Fumero. Di Galileo Ferraris, egli può asserirlo con sicura coscienza, nulla esiste di scritto per quanto concerne la seconda parte delle sue lezioni. Si pubblicino pure queste lezioni, tali e quali, complete, come egli ha fatto per la prima parte senza farvi alcuna aggiunta; ma piuttosto che stamparne saggi e frammenti staccati è meglio pubblicare più nulla.

LOMBARDI. — Ricorda di aver chiesto al suo venerato maestro Galileo Ferraris l'autorizzazione di pubblicare le dispense delle sue lezioni, nell'intento di studiar la materia e giovare agli altri; ma Ferraris si oppose recisamente. Egli non voleva che si pubblicassero dispense per tema che il redattore non potesse o non sapesse esprimere completamente il suo pensiero. Ferraris desiderava, inoltre, che non rimanesse alcun suo scritto nel quale si contenessero idee fondamentali che nell'avvenire potessero subire modificazioni sostanziali. Egli ritiene che la pubblicazione della prima parte, di cui dà lode incondizionata al collega Lorenzo Ferraris, abbia reso servigi perchè è un trattato completo sopra fondamenti scientifici; ma è di ferma opinione che sarebbe opportuna l'idea di abbandonare la pubblicazione della seconda parte, che ha subito modificazioni radicali dall'epoca in cui Galileo Ferraris dettava le sue memorabili lezioni.

PESCETTO. — Si associa al prof. Lombardi. Egli, che ebbe l'onore di assistere per tre anni al corso del Ferraris e che era stretto con lui da vincoli di affettuosa amicizia, può dire che il compianto scienziato non volle mai stampare un trattato per le difficoltà inerenti alla seconda parte per sua natura continuamente mutevole, dati i diuturni progressi dell'elettrotecnica.

SILVA. — Insiste nel suo Ordine del giorno, che è appoggiato da molti.

GRASSI, *Presidente*. — Prima di mettere ai voti l'Ordine del giorno Silva fa notare che quando in esso si parla di *lezioni di Galileo Ferraris*, bisogna bene intendersi sul significato di questa espressione; poichè lezioni scritte da Galileo Ferraris non esistono, ma semplicemente lezioni redatte da allievi su appunti. Queste differiscono tra loro, e non si può assicurare, oggi, che il materiale che si potrà raccogliere sarà tale da appagare le esigenze di tutti.

Fatte queste osservazioni, mette ai voti l'Ordine del giorno Silva, che risulta approvato a grande maggioranza.

GRASSI, *Presidente*. — Rimane dunque così stabilito che l'Associazione Elettrotecnica Italiana mantiene fermo il proposito di pubblicare integralmente, per quanto è possibile, anche la seconda parte delle lezioni di Galileo Ferraris, come si è già fatto per la prima parte. Questa Presidenza provvederà del suo meglio al riguardo (*Approvazioni*).

L'ora essendo tarda, il Presidente scioglie la seduta alle ore 12.

Seduta pomeridiana del 13 ottobre.

Il Presidente apre la seduta alle ore 14 e mette in discussione il « Progetto delle norme di sicurezza negli impianti elettrici ».

GRASSI, *Presidente*. — Ricorda l'Ordine del giorno votato il 5 ottobre 1900 in Genova, dall'Assemblea generale dello scorso anno, del seguente tenore:

« L'Assemblea, preso atto delle comunicazioni della Presidenza, ritenendo » impossibile allo stato attuale delle cose di indicare alcuna traccia per le » *Norme di sicurezza negli impianti elettrici*, delega la Presidenza ad aggregarsi » i Soci che crederà opportuno di scegliere onde formulare uno schema definitivo, » tenendo anche conto del lavoro già fatto da varie Sezioni e di sottometterlo ad » una prossima Assemblea, previa distribuzione ai Soci delle bozze del progetto » concreto ».

Ed aggiunga, come *memento* all'Assemblea, le seguenti notizie:

La questione del Regolamento sulle Norme di sicurezza per gli impianti elettrici fu presentata per la prima volta alla discussione dell'Assemblea generale nella riunione annuale tenutasi a Como nel settembre 1899. La Presidenza aveva già invitato le varie Sezioni a formulare proposte. Ma non essendo giunte in tempo tutte le Relazioni delle singole Sezioni, l'Assemblea di Como non potè iniziare la discussione particolare e dovette limitarsi a trattare alcune questioni di massima. A questo riguardo però l'Assemblea prese varie deliberazioni importanti; stabili, cioè, alcune massime generali che dovessero servire di norma nel formulare il Regolamento.

Tali massime si riassumono nei seguenti quattro capi:

1° Doversi limitare il Regolamento a contemplare le norme intese a prevenire i danni alle persone ed i pericoli d'incendio in generale, per tutte le condutture, comprese quindi anche quelle delle tramvie elettriche;

2° In riguardo alla tensione doversi fare la distinzione delle correnti in due sole classi, cioè bassa e alta tensione;

3° Non doversi prescrivere quelle norme per seguire le quali mancano tuttora nella pratica metodi ed strumenti esatti e soddisfacenti;

4° Doversi fare il Regolamento a grandi linee, senza dettagli eccessivi.

Ciò premesso, in conformità al ricordato voto dell'Assemblea di Genova, nominò una Commissione composta oltre che del Presidente stesso, del Segretario generale ing. Pinna e dei colleghi Morelli, Peyron, Segré e Silvano. La Commissione si accinse subito all'opera tenendo conto di quanto sopra e delle proposte fatte dalle varie Sezioni, le quali tutte avevano risposto all'invito, le Sezioni di Torino, Milano, Roma, Napoli e Palermo inviando delle Relazioni contenenti uno schema completo di Regolamento, la Sezione di Genova limitandosi ad alcune proposte di carattere generale.

Il nostro progetto, *che non contiene nulla di personale della Commissione, la quale si è limitata a fare un lavoro di compilazione coi criteri sopra espressi*, fu inviato a tutti i Soci con circolare 20 aprile u. s.

Da nessun Socio, da nessuna Sezione si ebbero osservazioni, nè proposte di modifiche, tranne che dal Consiglio Direttivo della Sezione di Milano (la quale fin dal 1898 aveva proposto, come si è detto, uno schema elaborato e completo), che in data 14 settembre — mentre già era compilato l'avviso di convocazione dell'odierna Assemblea — scriveva di aver preso atto la sera prima di un Ordine del giorno votato da una Commissione nominata in seno alla Sezione stessa in ordine al prefato Regolamento, ed in conformità al quale invitava questa Presidenza ad inserire nel programma dell'imminente Assemblea generale la *sospensiva* sulle Norme di sicurezza.

Questa Presidenza, per quanto precede, non ha potuto tener conto di questo invito e non solo per la tardività con cui fu presentato, ma anche e specialmente perchè a ciò ostava la deliberazione formale presa dall'Assemblea dello scorso anno.

La discussione è dunque aperta e se questa conducesse ad una sospensiva, l'Assemblea essendo arbitra del suo voto, i *desiderata* del Consiglio Direttivo della Sezione di Milano potranno raggiungersi senza che la Presidenza abbia mancato di fare ciò che era suo compito.

SILVA. — Prende atto delle dichiarazioni della Presidenza e ne approva l'operato. Però ritiene fermamente che il Regolamento deve essere sepolto. Già l'anno scorso a Genova pose la quistione pregiudiziale: a che cosa e a chi deve servire il Regolamento? e quale valore avrebbe?

Ognuno segnerà a fare ciò che ha fatto finora; ogni Società ha d'altronde il suo Regolamento ed a quello seguirebbe ad attenersi anche se l'A. E. I. promulgasse il suo. Egli si aspetta di sentirsi opporre l'argomento *ad hominem* che l'A. E. I. deve prendere il passo avanti e fare un Regolamento prima che il Governo imponga il suo eventuale: or bene a ciò risponde *a priori* che di questo non dobbiamo preoccuparci. Se il Governo facesse un Regolamento (e noi non dobbiamo dargliene l'esempio) e lo facesse cattivo, come tutti i Regolamenti governativi tecnici fatti fino ad ora, noi lo combatteremo tanto più facilmente in quanto non ne avremo noi uno.

RUMI. — Appoggia le considerazioni del collega Silva e combatte l'approvazione dello schema presentato dalla Presidenza, rilevando in esso alcune pecche ed alcune lacune.

BONGHI. — Ritene che il Regolamento nella forma com'è stato presentato non sia da adottarsi, sia perchè non gli pare rispondente allo stato attuale della tecnica, sia perchè indeterminato nelle sue parti. Però, anche a nome di molti suoi Colleghi di Napoli, non divide il parere di abbandonare l'idea d'un Regolamento per tema che questo possa essere di eccessivo legame per noi stessi. Se non lo faremo noi lo farà il Governo, checchè ne pensi il socio Silva; mentre in Germania il Governo ha adottato quello dell'Associazione Elettrotecnica Tedesca, perchè non potrebbe avvenire lo stesso anche da noi? Attualmente ci troviamo in questa condizione che ogni Prefetto per ogni consenso a base della Legge 1894 e relativo Regolamento, impone un disciplinare, ogni Città, ogni Provincia, ogni Società si crede in obbligo di fare un Regolamento, e ciò è grave nelle conseguenze, sia per gli esercenti che per gl'industriali. Dippiù avviene nelle cause davanti i Tribunali che i periti e i giudici non avendo norme italiane vanno a tirar fuori norme estere e prendono in generale quelle più draconiane e meno applicabili al caso.

Egli ritiene perciò che si debba fare un Regolamento, dando mandato di fiducia ad una Commissione eletta dalle Sezioni, la quale, senza portare di nuovo la quistione in Assemblea, promulghi il Regolamento stesso; in tale Commissione devono trovare posto sia i teorici, sia gli esercenti, sia infine i costruttori.

PINNA, *Segretario generale*. — Ritene doveroso l'interloquire brevemente, come uno dei componenti la Commissione che preparò lo schema di Regolamento ora in discussione. Il Presidente, esponendo la parte, diremo così, storica della quistione, ha posto bene in chiaro che la Commissione stessa nulla ha fatto di suo; ma si è limitato invece, secondo la traccia impostale, a compilare uno schema tenendo conto delle massime già votate dall'Assemblea del 1899 e riassunte dal Presidente in quattro capi fondamentali, e dei progetti già votati (si noti bene: *già votati*) nelle singole Sezioni.

Egli comprende la proposta del collega Silva, il quale, coerente alle idee già strenuamente propugnate lo scorso anno, combatte l'opportunità di un Regolamento e insiste per dare onorata sepoltura allo schema che è ora in discussione; ma non può comprendere invece che, insistendo per avere un Regolamento, si combatta l'attuale progetto, lo si qualifichi difettoso, monco, ecc., ecc., senza dirne il perchè e senza additarne le pecche e si proponga di nominare altra Commissione col mandato di preparare un Regolamento definitivo senza dargli la sanzione di un futuro voto dell'Assemblea.

Egli ricorda ancora una volta che il progetto ora in discussione non è opera personale di alcuno, ma è frutto delle Sezioni.

Se ora non si discute, se non si espongono nuovi eriteri, nuove massime, se

non si suggeriscono le modificazioni, che rimangono *in pectore* dei critici, con quali criteri la nuova Commissione, ove la proposta del Collega preopinante fosse accettata, potrà fare un lavoro serio, il quale risponda bene ai concetti dei nostri consoci?

Egli non può quindi appoggiare la conclusione cui è giunto il collega Bonghi, mentre è pienamente d'accordo con lui sulle premesse.

La proposta Silva è invece più logica, benchè gli sembri per lo meno inopportuna, dopo il lavoro fatto dalle Sezioni, che l'odierna Assemblea lo distrugga e annulli le deliberazioni degli scorsi anni mentre nessun nuovo argomento è stato posto innanzi.

PANZARASA. — Spiega il voto del 10 settembre della Commissione di Milano, il quale suona così:

« La Commissione nominata dal Consiglio della Sezione di Milano, ecc.,...
» preso in esame il progetto di Norme di sicurezza per gl'impianti elettrici distribuiti dalla Sede centrale, è d'opinione che esso non possa senza radicali
» modificazioni essere approvato, e che, non essendo possibile concretare tali modificazioni in seno all'Assemblea generale, sia conveniente sottometterlo all'
» l'ulteriore preventivo esame delle singole Sezioni ».

Il 25 luglio la Commissione stessa, riassumendo i proprii lavori, aveva già approvato la seguente risoluzione:

« Ritenuto che allo stato attuale dell'elettrotecnica non sia possibile stabilire
» per gli impianti elettrici delle norme di sicurezza che abbiano carattere definitivo e permanente; fa voti che il Governo non abbia a dettare alcun Regolamento in materia ed afferma essere invece opportuno che l'A. E. I. raccolga e
» riassuma quelle norme generali che allo stato attuale dell'industria è consigliabile di seguire per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici, riservandosi in ogni tempo d'introdurre in dette norme quelle modificazioni che
» lo sviluppo graduale e futuro della scienza e della tecnica rendessero man
» mano necessarie, e delibera di passare all'esame del progetto ».

Reso conto di quanto è stato fatto dalla Commissione di Milano, convinto dell'opportunità che un Regolamento debba esser fatto colle modalità già espresse, sostiene ed insiste sulla proposta di sospensione.

LATTES. — Riferendosi alle opinioni manifestate dai colleghi Silva e Panzarasa crede suo dovere, come funzionario, di dichiarare che l'Amministrazione, cui egli ha l'onore di appartenere (Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio), non ritiene affatto necessario, almeno per ora, di emanare un Regolamento per gli impianti elettrici. In tutti i casi il pericolo che si faccia — se pericolo c'è — non è imminente.

ASCOLI. — Deve per suo conto far osservare che il Governo ha già incominciato a fare un Regolamento, poichè ne esiste uno del Ministero della P. I.

ESTERLE. — Fa notare che è già la terza Assemblea che si occupa di questa quistione. La Sezione di Milano, o, per meglio dire, la Commissione nominata da quella Presidenza, ripropone uno studio nuovo, di cui l'egregio ingegnere Panzarasa si è fatto qui sostenitore. Se l'Assemblea odierna accogliesse tale proposta, ciò equivarrebbe a fare la tela di Penelope. L'Assemblea d'oggi dovrebbe dare un voto definitivo, nel senso che il futuro Regolamento non debba più essere discusso nè dalle Sezioni nè da altre Assemblee, oppure si deliberi di farne più nulla. Egli, personalmente, come già ebbe a dire l'anno passato a Genova, sarebbe di opinione di non fare alcun Regolamento; ritiene però giusta l'osservazione del collega Pinna che l'Assemblea odierna non può decentemente annullare con un voto imperativo ciò che le Sezioni hanno concordemente fatto e ciò che deliberarono due Assemblee precedenti. Bisogna rispettare la volontà della maggioranza dei Soci e non imporre a questa il voto della maggioranza della riunione odierna, alla quale non sono presenti più di novanta Soci, nel caso eventuale che questo fosse favorevole all'onorata sepoltura del Regolamento proposto dall'ing. Silva. Si ricorra dunque ad un *referendum* fra i Soci, e ove questo confermasse il voto favorevole alla compilazione di un Regolamento, si dia mandato al nostro Presidente e al Segretario generale di aggregarsi quei Soci che saranno nominati dalle singole Sezioni — da uno a tre Soci per Sezione — proporzionalmente al numero dei componenti ognuna di esse e di costituirsi in Commissione con pieni poteri per redigere il Regolamento definitivo senza ulteriori discussioni.

SILVA. — Persuaso che il *referendum* dei Soci sarà contrario all'idea del Regolamento, ritira il suo Ordine del giorno e voterà la proposta Esterle.

PANZARASA, MANFREDINI, BONGHI. — Ritirano essi pure le proprie proposte e dichiarano che voteranno quella formulata da Esterle.

GRASSI, *Presidente*. — Mette in votazione l'Ordine del giorno presentato dal socio ing. Esterle, cui si sono associati i soci Silva, Panzarasa, Bonghi e Manfredini:

« L'Assemblea delibera di passare ad un *referendum* fra tutti i Soci dell'A. E. I. sul quesito se debba o no pubblicarsi a cura dell'Associazione un » *Regolamento per le Norme di sicurezza negli impianti elettrici*.

« Nel caso di esito favorevole del *referendum* sia rimandata la compilazione » del Regolamento ad una Commissione con pieni poteri, composta del Presidente e del Segretario generale e delle persone nominate dalle singole Sezioni, » con votazione proporzionale al numero dei Soci di ogni singola Sezione. Nella » Commissione suddetta ogni Delegato della Sezione potrà votare anche per gli » assenti con le norme del Consiglio generale, art. 11 dello Statuto sociale ».

L'Ordine del giorno Esterle risulta approvato a maggioranza.

GRASSI, *Presidente*. — La Presidenza non mancherà di dare seguito al voto ora espresso, indicando una prossima riunione del Consiglio generale, onde fissare le norme del *referendum*.

GIORGI. — Legge la sua Nota: « Le unità razionali di elettromagnetismo » (*Vivissimi applausi*).

BANTI. — Richiama l'attenzione dei Colleghi sull'importanza della Memoria letta dall'ing. Giorgi, e propone che la Presidenza dell'Associazione nomini una Commissione per discutere e giudicare dell'opportunità della proposta Giorgi, onde, all'occorrenza, tale proposta venga dall'A. E. I. comunicata alle altre Associazioni estere e messa in discussione in un prossimo Congresso internazionale di elettricità.

GRASSI, *Presidente*. — Il plauso col quale l'Assemblea ha coronato la dotta lettura dell'ing. Giorgi è la miglior prova dell'interesse grandissimo suscitato nell'animo dei Colleghi.

Ben volentieri prende atto, a nome di tutto l'Ufficio di Presidenza, della proposta Banti; l'accetta e non mancherà di darvi seguito (*Approvazioni generali*).

Avendo il socio Fumero rinunciato alla lettura della sua Nota sulla *Elettrotrazione sui canali navigabili in Italia*, dà la parola al socio Silva.

SILVA. — Legge la sua Nota: « Dell'induzione esercitata dalle linee ad alta tensione sulle linee telefoniche e del modo di evitarla » (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Ringrazia l'ing. Silva per la sua interessante lettura, che verrà, come le altre, pubblicata negli *Atti* non appena l'autore ne avrà rimesso il manoscritto.

LORI. — Legge la sua Memoria: « Le industrie elettrochimiche » (*Applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Ringrazia il prof. Lori per la sua interessante Conferenza e si associa al plauso dei Colleghi.

SALVADORI. — Legge la seguente Relazione:

« Desidero chiamare l'attenzione dell'A. E. I. sopra un fatto che mi sembra di grande importanza: quello del deplorabile abbandono in cui sono lasciati gli studi della telegrafia e telefonia presso di noi.

« Posso affermare che queste applicazioni dell'elettricità restano ancora le più importanti, anche tenuto conto dello straordinario sviluppo che hanno preso tutti gli altri rami dell'elettrotecnica. E ciò, sia dal punto di vista pratico, commerciale, sia sotto l'aspetto teorico. Ed invero, quale delle industrie elettriche occupa maggior numero di persone, quale può vantare un bilancio così esteso? Quante altre colossali industrie non reggerebbero senza l'ausilio della

telegrafia e della telefonia! Io sono certo che senza di esse nemmeno i grandi trasporti di energia a distanza sarebbero possibili.

« E dal punto di vista scientifico, quale altro ramo dell'elettricità ha bisogno di investigazioni d'indole così elevata come quelle di cui vi parlo? Basta ricordare gli studi di Lord Kelvin, Heaviside, Pupin, Thomson, Blackstone, ecc., sopra la trasmissione delle onde elettriche nei fili, e tutte le recenti ricerche sulla telegrafia senza fili per convincersi che nessun altro ramo dell'elettrotecnica può competere per importanza scientifica con questo.

« Ebbene, mentre in tutte le scuole delle altre nazioni, non è completo un corso di elettrotecnica senza i capitoli « Telegrafia » e « Telefonia », da noi nessuno ne parla, e, fatta eccezione per un corso libero, di lodevole iniziativa dell'ing. Artom, che si è tenuto a Torino, non è a mia cognizione che in nessuna delle scuole ove pure s'insegna, e molta, elettrotecnica, si parli di telegrafia e telefonia.

« Ma vi ha qualche cosa di più.

« Si potrebbe credere che fossero compiuti studi e ricerche dal personale tecnico dell'Amministrazione maggiormente interessata allo sviluppo della telegrafia e telefonia, voglio intendere dai tecnici del Ministero delle Poste e Telegrafi.

« Peggior tasto è questo: certo noi non possiamo ad essi rivolgere l'elogio che W. Thomson fece, in un Congresso di ingegneri telegrafici, ai tecnici delle Amministrazioni inglese e francese, constatando che essi avevano portato un vero contributo alla scienza.

« Se vogliamo essere veritieri, dobbiamo dire che sotto questo riguardo il nostro Paese manca di tutto: manca una rete telegrafica sufficiente, tanto è vero che in casi di servizio straordinario migliaia di telegrammi sono mandati per posta; manca quasi completamente la rete telefonica interurbana, di cui sono forniti anche i minori Stati (non è più il caso di abbracciare lo spagnuolo), e se il servizio telefonico urbano è esteso e ben fatto ciò deve essere all'industria privata; manca il personale e specialmente quello tecnico competente; manca perfino un vero Ufficio tecnico dei telegrafi; mancano infine scuole speciali dipendenti dal Ministero.

« Ben diversamente accade nelle Amministrazioni estere, dove è costante la preoccupazione di preparare un personale tecnico illuminato e capace.

« In *Francia*, dove fin dal 1844 si stabilì che i 415 dei posti d'ispettore venissero riservati agli allievi della Scuola Politecnica, fu nel 1878 istituita una Scuola superiore di telegrafia (durata dell'insegnamento due anni), destinata a formare i funzionari del servizio tecnico, per essere ammessi alla quale occorreva sostenere esami nelle matematiche superiori, in fisica, chimica, ecc.

« In questa Scuola, che è quella di cui è Direttore il Janet, hanno insegnato, fra gli altri, persone come il Blavier, il Vaschy; e da questa Scuola uscì una schiera di ingegneri telegrafici, che riempì di importanti Memorie oltre venti volumi degli « *Annales télégraphiques* ».

« In *Germania*, sin dal 1875, fu, nella Scuola Politecnica di Dresda, creata una cattedra di professore per l'insegnamento speciale della telegrafia, a ricoprire la quale fu chiamato il dott. prof. Zetsche. Nel 1885 fu poi istituita una Scuola delle poste e dei telegrafi, dove i funzionari vengono ammessi per esame e dove l'insegnamento ha carattere universitario.

« Non parliamo dell'*Inghilterra*, dove fino dal 1868 esiste l'Istituto « School of submarine Telegraphy and Electrical Engineering », elogiato sempre da Fleming, da Preece, da Lord Kelvin, da tutti.

« Anche in *Russia*, sin dal 1886, esiste una Scuola di telegrafia, che costa allo Stato circa 40 mila rubli, e che in tre anni istruisce i così detti « ingegneri dei telegrafi ». Gli impiegati ammessi a questa Scuola continuano a ricevere lo stipendio, ed i più bravi vengono premiati con borse di 300 rubli.

« Anche in *Romania* esiste dal 1889 una Scuola analoga; e così nel *Giappone* si ha pure un'importantissima Scuola d'ingegneri telegrafici. Analogamente in *Ispagna*, ecc....; io non desidero affliggervi con citazioni ulteriori.

« E da noi, donde nasce il personale tecnico dei telegrafi ?

« Viene di carriera, e poichè soltanto da poco più di un decennio si richiede la licenza d'Istituto o di Liceo per i nuovi impiegati, è lecito dedurre che una gran parte dei funzionari abbiano appena la licenza tecnica.

« Evidentemente vi sono, ed io ne conosco non poche, delle autorevolissime eccezioni, ma io desidero parlare in generale. È pure evidente che a molto potrà riparare il grande ingegno e la buona volontà dei più, ma un personale sprovvisto della necessaria coltura, convien dirlo, non può certo approfondirsi negli studi telegrafici e telefonici, a cui pure si riconnettono tante questioni di alta importanza pratica, nè può ritenersi competente in altre questioni di elettrotecnica, nelle quali il Ministero delle Poste e Telegrafi è costretto ad intervenire e pronunciarsi.

« Se non fosse la paura di prolungarmi troppo, io potrei accennarvi *il genere* di discussioni che ho avuto occasione di tenere con qualcuno dei così detti « ispettori di sezione », ma ricordo che anche in una riunione precedente vi fu chi ne parlò. Del resto sono quelli degli ottimi funzionari, e lo dico con sincerità, perchè la colpa non è loro, se è vero quello che sento ripetere da tante parti che l'Amministrazione, specie in questi ultimi tempi, non incoraggia gli studiosi, non tiene nel dovuto conto i titoli di studio, e proclama per bocca de' suoi più alti funzionari, che essa non ha bisogno d'impiegati colti.

« A queste ragioni antiche se ne aggiungono delle nuove, che hanno origine nella fusione delle due Amministrazioni postale e telegrafica, spinta a tal punto che l'indirizzo di molti provvedimenti di carattere puramente tecnico viene dato da funzionari postali.

« E come prova basta che io vi dica che i locali destinati all'Ufficio Tecnico dei Telegrafi li ho trovati, pochi giorni fa, in una visita che io ebbi a fare, destinati a contenere... le borse dei portalettere, i sacchi per le corrispondenze, ecc.

« Ciò è in singolare contrasto con quanto avviene all'estero, e specialmente in Germania, dove il « Telegraphen Ingenieur Bureau » occupa 25 sale, di cui 13 destinate ad esperimenti, e dove parecchi ingegneri, quali i dottori Strecker, Breisig, Kares, Muller, Zielinsky, Billig, Bockelmann, ecc., hanno eseguiti studi interessanti ed hanno in un decennio pubblicati tre fascicoli contenenti 53 Memorie scientifiche.

« E così è successo anche del nostro Museo telegrafico, che pure contiene delle glorie nostre, di cui la suppellettile ho trovata in parte disseminata per i corridoi, per l'importante ragione di dar posto alle così dette scaffalature; mentre l'Amministrazione telegrafica tedesca circonda delle maggiori cure il suo Museo, ed ha pubblicato un volume per illustrarlo di circa 600 pagine con ben 160 figure.

« Stando le cose come ho avuto l'onore di accennarvi, si comprende bene come il Marconi, desideroso di trovare un competente interprete della sua idea, non abbia neppure pensato ai nostri tecnici dei telegrafi e si sia rivolto all'Inghilterra, dove trovò un Preece, il cui aiuto nessuno può disconoscere come fattore molto importante nel trionfo grande che ha avuto la geniale idea del nostro connazionale.

« E si capisce anche come altri, desideroso di illudere una nazione intera con mirabolanti promesse basate su pretese basi scientifiche, abbia pensato all'Italia e poco sia mancato che non l'abbia percorsa trionfante dal Lilibeo alle Alpi.

« Dopo ciò, io credo di aver dimostrato come sia doveroso per l'A. E. I. di intervenire colla sua autorità per salvare il decoro nazionale e l'interesse pubblico, quanto sia opportuno che si istituiscano in Italia Corsi universitari di telegrafia e di telefonia in conformità di quel che si fa all'estero, e quanto sia necessario che nel personale tecnico dei telegrafi entrino giovani provveduti di buoni studi, allo scopo di formare un Corpo capace di risolvere sotto tutti gli aspetti il problema della telegrafia e telefonia nel nostro Paese.

« Propongo perciò che venga votato un Ordine del giorno del seguente tenore:

« L'A. E. I., in considerazione dello stato di abbandono in cui si trovano » gli studi della telegrafia e telefonia in Italia, fa voti perchè vengano istituiti » Corsi per tali insegnamenti, acciocchè possa anche da noi sorgere un » Corpo d'ingegneri telegrafici e telefonici ».

« E perchè tale voto non debba restare, come tanti altri emessi dai Congressi, lettera morta, io propongo che una apposita Commissione sia incaricata di farlo pervenire a chi di ragione e che venga comunicato ai giornali » (*Vivissimi applausi*).

GRASSI, *Presidente*. — Dà sincera lode all'egregio ing. Salvadori per la sua chiara Relazione e per l'opportunistissima proposta, che mette ai voti e che non mancherà di trasmettere alle Autorità competenti, affinchè il giusto desiderio, così bene espresso, venga attuato.

L'Ordine del giorno Salvadori è votato all'unanimità.

BOUBÉE. — Nella sua qualità di Presidente della Sezione di Napoli e per incarico avutone dai suoi Colleghi Partenopei, rivolge caldo invito all'Assemblea affinchè sia votata la proposta che la riunione dell'anno prossimo sia tenuta in Napoli, possibilmente nella seconda quindicina del mese di ottobre. Già l'anno passato la Sezione di Napoli pregò di essere prescelta ad ospitare l'A. E. I. in occasione dell'Assemblea generale, ma il voto non potè essere accolto perchè ostavano precedenti impegni colla Sezione di Genova. Quest'anno l'Associazione è libera nella sua scelta per il venturo anno ed i Colleghi di Napoli non dubitano che il loro invito sarà favorevolmente accettato (*Approvazioni*).

GRASSI, *Presidente*. — L'accoglienza fatta dall'Assemblea all'invito spontaneo e cordiale del chiarissimo prof. Boubée, a nome della Sezione di Napoli, è arrischiata che il Consiglio generale dell'Associazione, cui egli deferirà la gentile proposta in occasione della deliberazione per la scelta del luogo della VI riunione annuale dell'A. E. I., l'accoglierà con voto unanime.

Ringrazia i Colleghi del numeroso intervento alla presente riunione, feconda di serie, utili e interessanti discussioni; ringrazia dal più profondo del cuore il Presidente ed i Colleghi del Consiglio Direttivo della Sezione di Roma per la loro cortese ospitalità, e dando a tutti un cordiale saluto, dichiara chiusa la V Assemblea generale ordinaria dell'A. E. I.

PESCETTO. — Rendendosi interprete del sentimento dei Colleghi, propone un voto di plauso alla Presidenza (*Vivissimi applausi*).

Il Presidente scioglie la seduta alle ore 18.

A seconda del Programma, ebbero luogo nei giorni indicati, e cioè il 14 ottobre, le visite al grandioso impianto di Tivoli della « Società Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma », e in Tivoli stesso dell'antico impianto Gaulard e di quello dei signori Garuti e Pompili per l'elettrolisi dell'acqua col sistema Garuti.

Il giorno 15 si effettuarono le visite alle stazioni elettriche di Roma, a Porta Pia e ai Cerchi, della Società Anglo-Romana. Lo stesso giorno si visitarono gli impianti della Centrale Telefonica e dell'Ufficio Telegrafico Centrale, ove i Soci dell'A. E. I. furono molto cortesemente accolti dall'on. prof. Squitti, Sotto-Segretario di Stato al Ministero delle Poste e Telegrafi. L'on. Squitti, cui il Presidente comunicò l'Ordine del giorno Salvadori, esprime il suo vivo interessamento all'importante proposta, che promise di assecondare con tutte le sue forze, facendo contemporaneamente voti per la prosperità della nostra Associazione.

Le gite si chiusero l'indomani, 16 ottobre, a Terni, colla visita alle Acciaierie, agli importantissimi e potenti stabilimenti della Società Italiana del carburo di

calcio a Collestatte e Papigno, e finalmente al costruendo colossale impianto della Cervara, della Società Industriale della Valnerina.

Le visite a questi impianti, così svariati fra di loro e tutti importantissimi, riuscirono oltremodo interessanti e proficue, anche per la cordialità veramente grande colla quale i Soci dell'A. E. I. furono ovunque ricevuti.

Noi non possiamo chiudere il presente affrettato resoconto senza esprimere una parola di vivissima gratitudine per tutte quelle cortesi persone che ci permisero la visita ai proprii stabilimenti e ci colmarono di tante squisite cortesie.

Non possiamo nominarle tutte, ma tre nomi non dobbiamo lasciare senza un cenno speciale: quelli del comm. Carlo Pouchain, gerente benemerito e veramente illuminato della fiorentissima Società Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma, del cav. ing. Cassian-Bon, Consigliere Delegato della Società Industriale della Valnerina, al quale, come ben disse giustamente fra gli applausi generali l'egregio Sindaco di Terni, questa città, meravigliosa per le sue potenti industrie, deve il suo immenso risveglio; e finalmente quello del solerte Presidente della Sezione di Roma, il chiarissimo prof. Ascoli.

E nel porgere a questo caro Collega il nostro tributo di grata riconoscenza, noi riassumiamo i sentimenti che nutriamo in cuore anche per tutti gli altri Colleghi della Capitale, che ci usarono cortesie romanamente grandi, e in special modo per quelli che più direttamente lo coadiuvarono, i signori prof. Banti, comm. Lattes, dott. Manzetti, ing. Salvadori. E chiediamo venia per le eventuali dimenticanze.

La corrente di grande simpatia, di sincero affetto, di schietta colleganza che si genera da queste nostre riunioni, nelle quali i Soci delle diverse regioni d'Italia s'incontrano e si affratellano, è arra sicura che l'Associazione Elettrotecnica Italiana, superate le prime difficoltà, inevitabili in ogni giovane organismo, s'incammina risolutamente nella via trionfale che le fu tracciata dal suo glorioso fondatore, il cui nome è sempre vivo nei nostri cuori, e che tante volte fu fatto nelle nostre sedute, e col quale ci piace chiudere questo resoconto: Galileo Ferraris!

Torino, 29 ottobre 1901.

Il Segretario generale

Ing. RAFFAELE PINNA.

Visto: Il Presidente

Prof. GUIDO GRASSI.

N. 30.**GLI ACCUMULATORI ELETTRICI**

LETTURA*dell'Ing. GUSTAVO DOSSMANN**fatta all'Assemblea generale ordinaria in Roma**nella seduta del 12 ottobre 1901.*

Nei Congressi precedenti si fecero quasi esclusivamente delle Relazioni scientifiche, sia nel campo dell'attualità, sia in quello sperimentativo, per cui ritengo non venga mal accolta una mia modesta Relazione esclusivamente pratica, la pratica essendo lo scopo finale al quale tende tanto la nostra Associazione quanto ogni ricerca scientifica, e perchè si riferisce ad una specialità dell'elettrotecnica finora poco trattata nei nostri Atenei e nella letteratura, e dirò quasi trascurata per la poca importanza, che ancora si suole annettere all'accumulatore elettrico.

Quanto tale abbandono sia ingiusto si rileva a colpo d'occhio dal fatto che in Italia si sono installati oggidì oltre 5 milioni di accumulatori di un solo sistema, e forse una cifra doppia in totale, ossia per 8 a 10 milioni. Questo argomento assume anche maggior valore se si considera che all'estero l'applicazione ne è più estesa assai, specie in Germania e nell'America del Nord, cioè tra due nazioni esclusivamente pratiche, come ci ha riferito il collega Semenza in seguito al suo viaggio in quelle regioni.

Tale enorme diffusione dell'accumulatore, che ha luogo nonostante la generale antipatia incontrata sinora nel mondo tecnico, viene a dimostrare che l'accumulatore elettrico in molti casi s'impone; e infatti esso s'impone per i suoi innumerevoli pregi anche in Italia.

Sarà d'uopo perciò esaminare: 1° perchè ingiustificatamente esiste l'antipatia contro l'accumulatore; 2° perchè giustificatamente l'accumulatore s'impone, esame che tratterò alla stregua di quell'esperienza, che potei raccogliere quale specialista in dieci anni di pratica.

L'esame del primo quesito ci conduce nel campo della fabbricazione degli accumulatori, che toccherò ampiamente.

Le antipatie nutrite contro l'accumulatore si basano essenzialmente su due fatti egualmente ingiustificati: sull'apparenza, cioè, e sul contenuto.

L'apparenza tetra ed il servizio delle batterie nel profondo silenzio non propagano la viva attrazione che si sente all'aspetto brillante delle macchine in movimento.

La grande diffusione di accumulatori cattivi ha disgraziatamente generato la falsa idea, che sia un apparecchio sul quale poco ci si può fidare.

Occorre perciò imparare a distinguere tra il buono ed il cattivo, cosa che faremo in appresso.

Per quanto innumerevoli sieno stati gli esperimenti per costruire l'accumulatore colle più variate materie prime, comprese le ultime invenzioni di Edison e di Jungner, che tratterò più tardi, il piombo ha mantenuto sempre il primo posto nelle applicazioni. Ciò fa presagire, visto l'enorme numero di scienziati che da molti anni si dedicano a tali costruzioni disponendo di una grande mole di materiale scientifico, che l'accumulatore di piombo sarà pur quello dell'avvenire almeno prossimo.

Dopo quarant'anni di studi ed esperimenti non abbiamo altra distinzione da fare tra gli accumulatori di piombo, che i due tipi Faure e Planté, qualunque altra denominazione gl'inventori abbiano voluto dare alle proprie creazioni.

Per prevenire degli errori nell'apprezzamento di quanto sto per dire, ritengo necessario qui replicare quanto generalmente è risaputo, cioè:

1° Che la distinzione dei due sistemi si riferisce esclusivamente agli elettrodi positivi, giacchè quelli negativi in tutto il mondo si costruiscono press'a poco eguali, e cioè secondo il tipo Faure;

2° Che il sistema Faure si distingue per le sue lastre positive costrutte di griglie e telai di piombo od altri materiali, ricoperte distintamente di ossido di piombo, sia questo riportato in forma di minio, litargirio, polvere di piombo, acetato di piombo od altri precipitati elettrolitici; mentre sotto la denominazione del sistema Planté si comprende esclusivamente una lastra positiva di piombo massiccio, la cui superficie esterna venne trasformata in perossido di piombo.

Debbo mettere bene in chiaro questa distinzione a prevenire malintesi, che facilmente possono risultare da *comunicazioni*, quali, per esempio, si trovano a pagina 181, anno corrente, della Rivista settimanale *L'Elettricità* di Milano, ove si legge:

« La polvere di piombo è impastata con acqua distillata. Le placche » sono poi formate unicamente per via elettrica, senza preparazione » chimica, cioè alla Planté genuina ».

Qui trattasi di ossidazione di polvere di piombo riportata sulla griglia, per cui questo accumulatore appartiene evidentemente al sistema Faure e non al Planté, giacchè la polvere di piombo trattata con la corrente elettrica, dopo la prima carica non rappresenta che un impasto di ossido di piombo come lo adoperava il Faure, e quindi in tale costruzione non si riscontra affatto il carattere tipico di una lastra di piombo massiccio, la cui superficie sia stata ossidata, come usava fare il Planté.

L'accumulatore Faure, cioè con lastre positive a griglia o telai impastati di ossido di piombo, ha il grave difetto di lasciare troppo facilmente cadere la pasta degli elettrodi positivi.

Ad evitare tale difetto si studiarono e si costruiscono tuttora migliaia di forme differenti di griglie, nelle quali chiaramente si spiega l'intento di prevenire la caduta della pasta col dare alla griglia una forma speciale e col munire la pasta di agglutinanti, che la rendano maggiormente consistente. Nè con l'uno, nè con l'altro mezzo si è mai raggiunto, nè mai si raggiungerà lo scopo, perchè con essi non si toglie la vera ed unica causa della caduta della pasta, cioè la seguente :

Tutti sappiamo che durante la carica dell'accumulatore, negli interstizi fra le molecole componenti la pasta, interstizi riempiti di elettrolito, ossia in generale di acido solforico diluito, avvengono delle dissociazioni chimiche, il cui effetto è la produzione di innumerevoli bollicine di gas nell'interno della pasta.

Questo gas, occupando naturalmente uno spazio maggiore delle molecole d'acqua dalle quali si è sviluppato, esercita una pressione sulle molecole circostanti, cercando di uscirne tra i vari interstizi. Così mediante attrito le finissime bollicine di gas causano lo staccarsi di finissime particelle di ossido, trascinandole seco e versandole nell'elettrolito, onde si depositano in fondo del recipiente. Quando si ha afferrato questo concetto della vera ed unica causa della disaggregazione della pasta, allora si comprende che nessun mezzo meccanico o forma di griglia e nessuna aggiunta di agglutinanti può essere capace d'impedire la caduta della pasta, principale difetto di tutti gli accumulatori Faure, passati, presenti e futuri.

Se poi, invece di agglutinanti, agli ossidi di piombo si aggiungono materie atte a renderli porosi, allora naturalmente si ottengono gli effetti contrari e disastrosi, quali le applicazioni hanno dimostrato.

Con tale aggiunta alla pasta delle lastre positive, potendo l'elettrolito raggiungere i più profondi strati della materia attiva, si ottiene bensì una grande capacità iniziale con relativo poco peso, ma una capacità effimera, perchè di una lastra non vitale. A questa combinazione debbono attribuirsi gli entusiasmi degl'inventori di accumulatori, facili a versare sul mercato dei prodotti non ancora consacrati dalla pratica, e quindi cagione precipua della sfiducia ingenerata, sia nel pubblico che nell'elettrotecnico.

Passiamo al tipo Planté.

Fin da principio si è riconosciuto in esso una maggiore vitalità che nel tipo Faure, e questi non si sarebbero tanto diffusi se subito si fosse riusciti a costruire un accumulatore Planté a buon mercato. Fu soltanto la sua costosa produzione che ne impedì la diffusione, mentre ora questa si fa sempre più larga, avendoci l'esperienza insegnato una formazione assai economica.

La difficoltà di trasformare la superficie delle lastre di piombo in uno strato profondo di ossido fece riconoscere il fatto che lo stesso effetto si raggiunge con uno strato di ossido più sottile, se distribuito su maggiore superficie. In conseguenza si crearono delle lastre positive a grande superficie sviluppata, ottenendo un elettrodo che ad una facile, breve e quindi economica formazione, unisce i pregi di poter applicare una maggiore densità di corrente sulla stessa unità di superficie piana, permettendo in conseguenza di diminuire il numero delle lastre e con esso il peso ed il costo dell'elemento.

Fu questo un grande progresso nella costruzione dell'accumulatore Planté, e diffatti, confrontandosi oggidì i migliori tipi Planté con i migliori tipi Faure, si trova che i prezzi per unità di peso sono quasi eguali, ed ecco un fatto per cui *non vi è più ragione di ricorrere al tipo Faure.*

La lotta per l'esistenza però ha portato anche in questo campo ben presto all'esagerazione.

Avendo le fabbriche Tudor riconosciuto il progresso risultante dall'introduzione di una lastra a superficie sviluppata circa 6 a 10 volte di quella piana, sopravvenne la concorrenza, credendo di raggiungere una perfezione maggiore coll'adottare lastre positive aventi uno sviluppo di superficie da 15 a 20 volte quella propria piana.

Ma simile progresso apparente per l'elettrodo positivo doveva incontrare ostacolo nella limitata capacità della lastra negativa, la cui costruzione mantenuta del solito tipo Faure non poteva corrispondere, e di fatto non corrisponde alla positiva di sì enorme superficie sviluppata. Tali lastre positive aumentano inoltre la resistenza interna

dell'elemento. Nella loro costruzione s'incontrarono delle non lievi difficoltà pratiche, e riconosciutasi l'impossibilità di fondere una lastra con alette sì sottili e sì alte, da corrispondere ad uno sviluppo di 15 e più volte del proprio piano, si ricorse a mezzi meccanici per ottenere l'intento, senza badare ai gravi difetti che questi portavano seco.

Nell'anno 1882 il signor Charles Sorley del Middlesex fece brevettare un metodo per sollevare da una lastra laminata di piombo delle alette sottilissime ed altissime, così da ottenere una grande superficie sviluppata.

Tale intento si raggiungeva lavorando la lastra con utensili simili a piccoli aratri, adoperandoli per alzare le alette alla stessa guisa che si adopera l'aratro per sollevare le zolle. Ma tale procedimento però non poteva aver seguito per diverse ragioni.

Le spese di costruzione erano molto rilevanti, e quindi veniva a mancare il più importante dei vantaggi che si desiderava ottenere. Inoltre era necessario sorreggere le alette, lasciando nella lastra un'anima notevolmente spessa di piombo, la quale era inutilizzata dal punto di vista del suo servizio; cionondimeno tale lastra era pochissimo rigida, mancando di nervature trasversali che le dessero un po' di consistenza, per cui facilmente si curvava.

Altri e più gravi difetti si riconobbero poi.

Nel piallare ad uso aratro le lastre per creare le alette, si riusciva a fare un taglio netto solo quando il coltello era ben affilato, mentre appena la punta di questo, dopo pochissimi tagli, perdeva la sua acuminatazza, il taglio medesimo non si produceva più netto, ma avveniva una lacerazione del metallo, e ciò specialmente alla base delle alette, riducendole a minor spessore proprio colà dove avrebbero dovuto essere più robuste.

A questo fatto aggiungasi l'altro, che qualunque lastrina metallica compatta si assottiglia dove si piega, perchè il metallo compatto non potendo maggiormente raddensarsi nell'interno della piegatura, questa avviene soltanto per dilatazione della superficie esterna alla piegatura stessa, e da ciò deriva un altro indebolimento della base dell'aletta.

Siccome durante il funzionamento dell'accumulatore la formazione al Planté progredisce in ogni carica e scarica in modo che, coll'andare del tempo, ogni lastra positiva si esaurisce per totale ossidazione della propria anima di piombo, così avviene che nelle lastre piallate la base delle alette, essendo più sottile, si consuma più presto per ossidazione totale.

Ne nasce che ben presto l'aletta perde il suo attacco alla lastra, e

non solo resta inerte, non ricevendo più corrente per mancanza di contatto, ma si stacca poi totalmente dalla lastra.

Ne segue che la lastra in funzione, da una parte e per certi strati, è munita di alette, mentre dal lato opposto ed in altri strati le alette sono sparite, colla conseguenza che, mentre dalla prima parte la lastra lavora mediante le alette a poca densità di corrente per unità di superficie, dall'altra deve lavorare forzatamente a corrente densissima, il che produce un rapido incurvamento ed una sollecita distruzione della lastra stessa.

Questo brevetto Sorley, da tempo scaduto, venne recentemente dissepellito, ribrevettato e venduto in Italia dal signor Mayert di Berlino.

Quale pregio essenziale di questi accumulatori, si cerca ora di dimostrare come la lastra costrutta di piombo laminato, perchè compatto, sia più resistente all'ossidazione che le lastre semplicemente fuse, perchè porose.

Tale asserzione è semplicemente erronea, poichè il peso specifico del piombo laminato (11,38) è quasi eguale a quello del piombo fuso in conchiglie (11,35), come lo fondono le prime fabbriche di accumulatori e come trovasi indicato nei manuali tecnici.

Forse si vuole far credere che fra piombo laminato e piombo fuso passi una differenza di composizione, quale esiste tra il ferro laminato (7,80) e la ghisa fusa (7,25), senza tener presente che il piombo è un metallo la cui densità si eguaglia nelle diverse lavorazioni, come si eguaglia tra altri metalli, per esempio acciaio fuso (7,85) e acciaio fucinato (7,83).

Invece di avere una lastra di metallo più resistente, abbiamo dunque delle sottilissime alette che in brevissimo tempo si staccano dalle lastre, ed invece di raggiungere un progresso colla maggiore superficie, ne risulta un danno alla lastra negativa insufficiente.

Mettendo in confronto gli spessori sottilissimi delle alette laminate con quelli più robusti delle lastre fuse, e tenendo conto della densità di corrente applicata per la stessa unità di superficie, si può dimostrare col calcolo la diversa vitalità, ossia durata di funzionamento delle due specie di lastre, giacchè queste si trovano in relazione diretta come i loro spessori, ma in relazione inversa come la densità di corrente.

Lo spessore delle alette laminate è di circa un quarto di millimetro, quello delle alette fuse è di un millimetro in media, vale a dire quattro volte maggiore, per cui la vitalità delle lastre fuse sarebbe quattro volte maggiore di quella delle lastre laminate. La densità di corrente

sulle lastre laminate con 16 volte di sviluppo è la metà di quella sulle lastre fuse con 8 volte di sviluppo, per cui la vitalità di queste ultime sarebbe la metà delle prime.

Siccome la metà di 4 è 2, risulta che la vitalità delle lastre fuse è doppia di quella delle lastre laminate, ma in realtà è maggiore ancora, dovendosi tener conto dello spessore minore della base delle alette.

Fatto è che la Società Mayert di Berlino ha da tre mesi sospeso la fabbricazione e venduto il suo stabilimento.

Si vede che anche fra gli accumulatori tipo Planté s'incontrano delle costruzioni che giustifichino la diffidenza del pubblico e dell'elettrotecnico, quantunque l'enorme diffusione di buoni accumulatori Planté dimostri essere tale diffidenza ormai ingiustificata.

E che sia ingiustificata posso dimostrarvi con le cifre, sempre che vogliate prestarvi quella fede che esse meritano.

Nei dieci anni che io fabbrico accumulatori Tudor, ho installato in totale per oltre 5 milioni di lire.

Le riparazioni e sostituzioni parziali di tali batterie ammontano fino ad oggi a circa L. 300.000, ossia al 6 0/10 circa delle spese d'impianto, il che dimostra chiaramente che, per quanto *l'accumulatore sia un articolo di consumo*, e come tale lo si deve considerare ovunque, le sue spese di riparazione tuttavia sono talvolta minori di quelle richieste da una macchina qualunque. Ciò acquista maggior importanza quando si riflette che la mano d'opera ed il costo richiesti dal servizio dell'accumulatore sono assai minori di quelli richiesti da una macchina, onde non vi ha nessuna ragione di tenere l'accumulatore da parte, ma conviene invece ricorrervi sempre e non solo nei casi in cui la sua presenza s'impone.

Fatto è che i proprietari e direttori di officine elettriche munite di forti e buone batterie, dormono tranquilli, contentissimi della più efficace delle riserve, mentre l'antipatia contro gli accumulatori si mantiene tra coloro che non ebbero campo nè di conoscerli, nè di apprezzarne i pregi, oppure che conobbero apparecchi di cattiva costruzione.

Debbo qui menzionare un altro tipo di accumulatore Planté, che di recente si fabbrica in Italia e che si distingue per la sua composizione e montatura di nuovo genere. Invece di avere gli elettrodi verticalmente sospesi uno accanto all'altro, questi si sovrappongono orizzontalmente, in guisa da formare delle pile aventi la forma di quelle che si vedono nei ristoranti formate da piatti da minestra. Faccio appunto il paragone con le scodelle da minestra, perchè ogni elettrodo siffatto forma un recipiente contenente l'elettrolito, nel quale si im-

uerge il fondo del piatto sovrapposto. Ne segue che ogni piatto, dalla parte concava, deve essere di polarità opposta a quella della parte convessa. Chi sa di pratica quali movimenti molecolari subiscono le lastre positive in servizio, riconosce subito un difetto nell'aver costruito in un sol pezzo la parte positiva e quella negativa dell'elettrodo, e non occorre accennare alle difficoltà che simili pile offrono alle riparazioni.

Tra i pochissimi accumulatori basati su altri principii, che non sia l'ossido di piombo, meritano menzione il tipo Jungner e quello Edison.

Lo svedese Jungner ha costruito un elemento con elettrolito alcalino. Le lastre negative sono di cadmio, le positive d'argento.

Temo che questi due metalli rendano l'accumulatore tanto prezioso, da non permettergli di entrare nella pratica, sebbene non privo di pregi.

Nel ramo di accumulatori ogni giorno si vedono nascere ed affogare tante novità, che per forza rendono scettico lo specialista, il quale quindi, per ragioni naturali, non può dividere l'entusiasmo col quale fu accolto il nuovo accumulatore Edison da una parte della stampa, purtroppo anche tecnica, entusiasmo certamente non diretto a giovare all'industria nazionale.

Si dice avere *l'accumulatore Edison*, a parità di capacità in amperora, meno della metà peso dell'elemento a piombo, ma però si sa che fornisce soltanto la metà di f. e. m., richiedendo una doppia superficie. A parità di effetto in watt-ore, adunque il suo peso non può essere di molto minore.

Essendo poi costituito da materie prime molto più costose del piombo, a parità di peso, il suo costo non può essere inferiore.

Per quanto io sia stato informato dalla mia Casa consorella degli Stati Uniti d'America, l'Edison, fino a due mesi fa, non aveva nessuna batteria in funzione, ma soltanto alcuni elementi da sperimentare in laboratorio. Ne espose uno a Buffalo, ma non permise di sperimentarlo.

Manca dunque la sanzione della pratica, che in questione di accumulatori è essenziale, e richiede parecchi anni di tempo.

Soltanto il tempo può fornirci le risposte su molti dubbi che la sua costruzione suggerisce allo specialista, quali, per esempio, i seguenti:

I contatti elettrici tra la massa attiva ed il suo supporto, ottenuti per forte pressione meccanica, non possono a lungo mantenersi buoni per la sola elasticità dell'acciaio;

L'elemento Edison non può fornire correnti due a tre volte superiori delle normali;

Non corrisponde affatto all'esperienza che il ferro sia inattivo nell'elettrolito alcalino, e che il nikelio preparato chimicamente non sia ossidabile dall'ossigeno elettrolitico ;

La tensione finale di carica nell'elemento essendo quasi doppia della media di scarica, l'effetto utile sarà intorno al 50 0/0.

Passiamo alla seconda parte della mia Relazione, cioè *alle applicazioni dell'accumulatore*, per dimostrarvi come questo sempre maggiormente s'impone.

Il modo di applicare l'accumulatore nelle *officine d'illuminazione* soltanto nelle ore del massimo consumo di luce, per ottenere il minimo consumo di forza motrice, è stato descritto tante volte, che dovrei esimermi di farne parola.

Tuttavia mi ci vedo costretto, perchè dalle domande rivoltemi talvolta anche da elettrotecnici, vedo che il vero modo di approfittare di tutti i vantaggi dell'accumulatore non è conosciuto ancora generalmente.

Difatti spessissimo, per economizzare nelle spese d'acquisto, viene progettata una batteria destinata a coprire soltanto l'illuminazione nella notte prolungata e di mattina, quando per altre ragioni conviene fermare il macchinario.

Trattasi di un'economia mal cercata, poichè scegliendo la batteria alquanto più grande, la si può utilizzare in servizio parallelo colle dinamo, coprendo anche la punta del massimo bisogno, che in ogni diagramma di distribuzione di luce si riscontra tra le 18 e le ore 20. Solo in questa maniera si raggiunge l'esercizio più economico senza sensibile aumento di spesa d'impianto.

Dico senza aumento di spesa d'impianto, perchè il maggior costo della batteria è compensato dal minor costo dei motori e parti inerenti, sufficienti spesso della metà potenza.

Dico l'esercizio più economico, perchè la forza motrice richiesta è notevolmente minore; perchè motori e dinamo, sotto eguale carico costante, lavorano continuamente col massimo buon rendimento; perchè il personale viene meglio utilizzato, riducendosi il lavoro a 10 o 12 ore diurne; perchè nella notte inoltrata, col macchinario fermo, la batteria provvede l'illuminazione automaticamente, costituendo una preziosa riserva in caso di brevi interruzioni del macchinario.

Di tali impianti modello se ne trovano in Italia, ma pochi: per esempio, quelli di Milano e Napoli; quelli fatti da Siemens e Halske a Torino, Alessandria, Pisa, Perugia; quello fatto da Brioschi e Finzi in Altamura; quello fatto da Koorting in Andria; quelli fatti dalla Società Schuckert in Palermo e Firenze, ecc.

Disgraziatamente riscontrasi un numero maggiore d'impianti in cui l'accumulatore è impiegato male, prescegliendo per lo più un macchinario sufficiente da per sè al massimo bisogno e ricorrendo all'accumulatore soltanto per le poche ore di notte avanzata.

Tali impianti sono fatti in danno dell'acquirente, per avergli tolto il migliore mezzo di economizzare sulla forza motrice e sul personale, dandogli un accumulatore che, per la grande sproporzione colla dinamo, va esposto a facile rovina.

La colpa è unicamente del progettista, il quale, invece di combattere la prevenzione del cliente contro l'accumulatore, la sostiene col suggerirgli un macchinario troppo grande ed una batteria messa in condizioni che predestinano la sua sollecita rovina.

Ne segue che la diffidenza generale contro gli accumulatori *non viene sempre* causata dalla cattiva costruzione di questi, ma talvolta dal progettista o da chi non volle indicare la giusta proporzione tra macchinario e batteria.

Talvolta ho dovuto sostituire delle batterie guastatesi esclusivamente per difetti dello schema di distribuzione, per cui sarebbe bene, se per questo si volesse sempre ricorrere al consiglio dell'esperto fabbricante di accumulatori, anzichè persistere nell'applicazione di nuovi schemi di propria invenzione.

Passiamo ad un'applicazione più recente, cioè alle *batterie regolatrici nelle officine tramviarie*. Il primo impianto venne eseguito dalla Società Tudor di Hagen in Westfalia, nell'officina della tramvia elettrica Zurigo-Hirslanden nell'anno 1894 ed ebbe un esito talmente fortunato, che seguì una grande diffusione di tali batterie a repulsione.

All'effetto benefico di eguagliare le variazioni di tensione in officina ed il carico del macchinario, si unisce quello di ridurre enormemente il consumo di energia, perchè ad un dato lavoro può egualmente soddisfare metà a $\frac{2}{3}$ di forza motrice, purchè unita all'accumulatore per usufruire delle intermittenze nel consumo. Diventa bensì effimero il risparmio nelle spese d'impianto ottenuto sulle macchine motrici, rispettivi fabbricati, camino, oppure canale di derivazione, perchè va investito in accumulatori, ma siffatto impianto offre delle rilevanti economie nell'esercizio, economie di maggiore interesse, perchè ripetute ogni anno.

Perciò è un errore economico escludere gli accumulatori dalle officine tramviarie, ancorchè attivate da forze idrauliche esuberanti, poichè impiegandone meno, ne resta disponibile ad altri scopi di lucro.

Una rettifica di tale errore presenta l'officina tramviaria di Rem-

scheid, ove la posteriore introduzione di una batteria liberò 200 cavalli di forza, che si venderono separatamente con buoni utili.

Richiamo l'attenzione su questa applicazione, tanto più che i giudizi sulla sua utilità sono ancora disparati.

Al Congresso dei tramvieri tenutosi l'anno scorso a Parigi si sentirono dei giudizi quasi opposti sull'utilità delle batterie regolatrici nelle officine tramviarie, giudizi che tuttavia concordarono nel riconoscerne i vantaggi per piccoli impianti e per impianti più grandi con strade accidentate. Per impianti vastissimi invece ed in strade piane non si volle ammettere alcun vantaggio delle batterie.

Quanto sia erroneo un tale giudizio dimostrano i grandiosi impianti di Amburgo e di Lipsia, nel quale ultimo si ebbe a constatare un'economia del 30 al 40 0/0 sul combustibile, dopo aver introdotto la batteria in officina. Le ragioni sono le seguenti:

Qualunque sia il numero delle carrozze che più o meno possa eguagliare il diagramma di consumo, vi sono sempre delle intermittenze e degli sbalzi nel richiamo di corrente causati dagli abbrivi, sbalzi coperti dalla batteria, la quale permette perciò di lavorare con una forza motrice minore, ottenendone un proporzionato risparmio.

Inoltre può ridursi il funzionamento del macchinario per qualche ora al giorno, la batteria servendo da sola la mattina per l'uscita e la sera per la rientrata parziale delle carrozze.

È innegabile perciò che in tutte le officine tramviarie di qualunque portata si raggiungono dei vantaggi sensibili con le batterie e se qualche costruttore non vi ricorre, lo si deve a ragioni che sempre tornano a danno dell'esercente.

In Italia quasi tutte le officine tramviarie sono provviste di forti batterie a repulsione, per esempio: Palermo, Genova, Sampierdarena, Milano, Roma, Perugia, Lecce, Bergamo, Torino ed altre.

Trattandosi di batterie esclusivamente destinate alla regolazione e quindi esposte a fortissimi sbalzi di corrente, che appunto diedero l'origine al nome di batterie a repulsione, esse debbono per le ragioni innanzi esposte essere esclusivamente del tipo Planté.

Soltanto nella lastra Planté, in cui le molecole dell'ossido di piombo formano un sol pezzo con la lastra massiccia, lo stacco dell'ossido è difficile, mentre la somma densità di corrente e gli sbalzi favoriscono la disaggregazione della pasta in tal modo, che *per batterie a repulsione il sistema Faure è affatto inseribile*.

Ciò riconoscono gli stessi costruttori di simili accumulatori, riducendo *ad un solo anno* la garanzia per batterie a rapide scariche, *invece di due* che per le altre più o meno mantengono.

Debbo qui menzionare una novità nell'applicazione di batteria a repulsione quale è descritta in un recente brevetto delle fabbriche Tudor; e che semplifica di molto la distribuzione di energia sulle lunghe linee a corrente continua.

Si tratta dell'applicazione di semplici batterie a repulsione (senza macchinario) montate ad una certa distanza dall'officina centrale lungo la linea tramviaria, oppure alla sua estremità. Queste sottostazioni che si riducono alla batteria di accumulatori ed al suo quadro, non richiedono quasi alcun servizio, un solo elettricista potendo sorvegliarne anche parecchie, e costituiscono una potente riserva in caso d'interruzione della corrente principale. Inoltre un simile impianto porta seco un risparmio nelle condutture, che devono essere calcolate solo per la media corrente non per la massima, diminuendo nello stesso tempo la caduta del potenziale e favorendo così l'esercizio di una estesa rete tramviaria.

Un tale impianto modello è stato fatto sulla nuova linea Sanremo-Ventimiglia, recentemente costruita dalla Ditta Woodhouse e Baillie di Bordighera.

L'introduzione posteriore delle batterie a repulsione nelle officine tramviarie esistenti è legata alle stesse difficoltà, che s'incontrano nell'introdurre accumulatori in officine d'illuminazione, perchè ordinariamente munite di dinamo *compound*, che presentano il pericolo della spolarizzazione ed inoltre non permettono la carica della batteria in modo economico, perchè non possono alzare la loro tensione. È poi noto che il servizio delle batterie è assolutamente nullo, quando si mettono in parallelo con dinamo le cui caratteristiche non siano discendenti.

Però l'utilità delle batterie è talmente grande che convenne in più casi cambiare gli avvolgimenti oppure ricorrere a dei ripieghi, come quello di una apposita dinamo survoltrice e devoltrice, mantenuta sempre in serie colla batteria.

Queste macchine di costruzione speciale sono munite di regolatori automatici, come ho già descritto in apposito opuscolo, che tengo a disposizione di chi se ne interessa. Parecchi sono i sistemi di regolatori escogitati, tutti più o meno pratici e sensibili.

Mi piace accennare qui a quello brevettato al Thury, che garantendo una buona regolazione ha il pregio di richiedere batterie, che a parità di potenza sono costituite da un minimo numero di elementi e perciò meno costose. Esso trovasi applicato su vasta scala alle enormi batterie Tudor dell'officina di Santa Radegonda a Milano.

Per evitare simili ripieghi bisogna prevedere fin dal primo impianto

l'impiego di batterie a repulsione, scegliendo, per ottenere tutti i vantaggi inerenti al loro effetto regolatore, delle dinamo in derivazione con caratteristica molto discendente, o meglio ancora delle dinamo a watt costanti.

Con tali dinamo si raggiunge senz'altri mezzi l'ideale, di avere i motori sotto carico costante corrispondente al migliore rendimento per raggiungere la massima economia di esercizio.

Per riflesso naturale l'applicazione delle batterie a repulsione nelle officine tramviarie si è estesa senz'altro a qualunque specie d'impianto *di distribuzione di forza* mediante la corrente elettrica per attivare stabilimenti od interi circondari industriali.

Salvo poche eccezioni il consumo di energia è assai variabile ed intermittente in tutte le industrie, specie negli stabilimenti meccanici e metallurgici.

Dovunque funzionano ventilatori, seghe per metalli e legnami, grues ed ascensori di qualunque specie, laminatoi, cesoie, ecc., insomma, potenti macchine utensili a lavoro intermittente, il consumo di energia da essi richiesta varia nella giornata del 50 e più 0/0. Per tali servizi naturalmente i motori, siano idraulici, siano a vapore, siano a gas od altri, debbono essere sufficienti per coprire il bisogno massimo, ma lavorano raramente al massimo carico, sicchè durante la giornata il 50 0/0 dell'energia prodotta non viene utilmente consumato, mentre se ne deve sopportare la maggior parte della spesa di produzione.

L'introduzione di batterie a repulsione in tali impianti nuovi porta a grandi economie, riducendo la potenza della forza motrice fin da principio al solo consumo medio, mentre negli impianti esistenti a consumo variabile ed intermittente, l'introduzione di una conveniente batteria a repulsione rende disponibile buona parte della forza motrice installata, permettendo con poca spesa un aumento di macchine utensili e quindi una più razionale utilizzazione della forza motrice. Cito qui l'esempio dell'Acciaieria di Bolzaneto, che ricorrendo alla distribuzione elettrica con batterie a repulsione ridusse il consumo di combustibile da 3 ad 1 kg. per cavallo-ora effettivo.

Una batteria a repulsione economizza durante la giornata l'energia sufficiente talvolta all'illuminazione dello stabilimento e può servire anche per questa, senza bisogno di macchine apposite.

Negli stabilimenti meccanici non è rara la necessità di far lavorare una o più macchine utensili durante qualche notte o giorno festivo per finire sollecitamente certe parti mancanti a completare una grossa fornitura. In questo caso, per esempio, dello stabilimento Tosi di Le-

gnano, la batteria a repulsione fa funzionare dette macchine utensili (fornendo contemporaneamente l'illuminazione) disobbligando di mantenere la costosa marcia di una grossa macchina a vapore con rispettive caldaie.

Tale impiego però rende necessario assolutamente la corrente continua, che per la maggiore manutenzione dei motori non viene generalmente preferita.

Ma questa maggiore manutenzione dei motori a corrente continua sopra quelli a corrente alternata si riduce ad un individuo incaricato della sorveglianza dei collettori e quindi ad una spesa annua di appena L. 1500.

Se a tale spesa si contrappone il risparmio di forza motrice ottenuto in grazie della batteria a repulsione, aggiungendovi i non pochi 0,10 di maggiore rendimento, che i motorini a corrente continua offrono su quelli a corrente alternata, è chiaro che l'economia è sempre in pro della corrente continua in unione ad una batteria a repulsione.

Talvolta i vantaggi apportati da quest'ultimo metodo di distribuzione sono talmente sensibili, che conviene ricorrervi anche per trasmissioni di 2 a 3 chilometri di distanza.

Per distanze maggiori conviene senz'altro ricorrere alla corrente alternata, ma è a studiarsi caso per caso se convenga meglio distribuirla senz'altro, dopo averne mediante trasformazione ridotta la tensione, oppure trasformarla totalmente o parzialmente in corrente continua a tensione ridotta per poter usufruire di una batteria a repulsione.

Io ammetto senz'altro la corrente alternata dovunque trattasi di distribuire di giorno e senza intermittenza un'energia piuttosto costante, godendo così del massimo rendimento dei trasformatori stazionari e della loro minima manutenzione.

Invece ritengo preferibile la trasformazione in corrente continua e la sua distribuzione mediante una batteria a repulsione in quegli impianti, ove trattasi di distribuire giorno e notte energia variabile e ad intermittenza, e ciò per la maggiore economia che risulta in confronto alla distribuzione diretta a corrente alternata.

La corrente continua è *sempre* preferibile, ove trattasi di *distribuire l'energia per forza e luce insieme*.

In tali impianti promiscui s'incontra inevitabilmente il fatto che di giorno si richiede la forza, di notte soltanto la luce, onde per l'una e l'altra basterebbe la forza richiesta appena per uno solo dei due servizi, se non vi fossero le ore serali dalle 16 alle 19, in cui i due servizi si sovrappongono.

In questo periodo di sole tre ore sulle 24 si richiede perciò la doppia

potenza della forza motrice e non avendo impiego per la metà durante le rimanenti 21 ore sarebbe uno spreco il volerla impiantare.

Siccome la forza disponibile per la luce non viene utilizzata tutta la notte, ma il consumo diminuisce dalla mezzanotte in poi, è evidente essere più razionale ed economico per la distribuzione di forza e luce insieme il trasformare l'energia trasmessa appena arrivata a destino, servendosi dell'energia disponibile dopo mezzanotte per caricare una batteria destinata a scaricare durante le 3 ore serali in cui i due servizi si sovrappongono. In questa maniera, con spesa relativamente limitata, si raggiunge lo stesso scopo con metà forza motrice.

Qualora in tali impianti vi fosse un consumo *parzialmente costante* di forza e di luce, allora conviene applicare ambedue i sistemi, cioè distribuire a corrente alternata e forza e luce a consumo *costante*, ma a corrente continua e con batteria quella per forza e luce a consumo *variabile*.

Debbo menzionare ancora una recentissima applicazione di batterie a repulsione nel *servizio ferroviario*, come venne eseguita sulla linea Milano-Gallarate-Varese-Porto Ceresio.

È noto che questa linea venne recentemente trasformata a trazione elettrica con distribuzione a terza rotaia.

L'energia è sviluppata nella stazione di Tornavento sotto forma di corrente alternata trifasica a 12.000 volt e condotta alle cinque sottostazioni di Musocco, Parabiago, Gallarate, Gazzada e Bisuschio, tutte disposte lungo la linea. In queste sottostazioni la corrente alternata viene a mezzo di commutatrici trasformata in corrente continua e ridotta a 650 volt, per servire all'alimentazione delle rotaie.

Nel progetto di questa linea vennero dapprincipio, non so per qual ragione, esclusi gli accumulatori, e solo a lavori quasi ultimati si pensò di farne una prima applicazione a titolo di esperimento, installando due batterie accanto alle commutatrici nelle sottostazioni di Gazzada e Bisuschio, che presentavano un diagramma di carico molto accidentato ed a forti intermittenze. I diagrammi di carico, che mi furono indicati, presentavano delle variazioni da 0 a 650 amper, ed integrati davano solo un carico medio di 115 amper.

Evidentemente dunque la stazione di Tornavento doveva tenere a disposizione di queste sottostazioni una energia di gran lunga superiore a quella media richiesta. Feci applicare una distribuzione che permettesse, sia di disporre la batteria semplicemente in parallelo colla commutatrice, sia di mettere in serie colla batteria una macchina survoltrice devoltrice, comandata da apposito regolatore Thury.

Solo in questi ultimi giorni si sono potuti rilevare i primi diagrammi e mi spiace di non poterli presentare, essendo mancato il tempo per riprodurli. Da essi si rileva che il lavoro della commutatrice è pressochè costante di 150 amper, mentre il più pesante avviamento del treno non produce in essa che oscillazioni istantanee di 30 amper, l'intera rimanenza del consumo venendo coperta dalla batteria.

Non esiste alcun servizio di consumo di forza a continue intermittenze, quale il servizio ferroviario ed è perciò che le batterie a repulsione sono indicatissime per tali esercizi, economizzando assai nella forza, provvedendo nello stesso tempo a maggiore regolarità e ad una preziosa riserva istantanea in caso di guasto al macchinario, che per un così importante servizio pubblico sembrami di assoluta necessità.

Va da sè che la grandezza della batteria deve uniformarsi non solo alla potenza, ma anche alla frequenza dei treni, onde si potrà sempre economizzare nell'impianto della forza motrice, perchè negli intervalli tra i vari treni si abbia tempo a ricaricare la batteria.

È chiaro che il bisogno di forza motrice raggiungerebbe il massimo, qualora il massimo numero dei treni si trovasse di passaggio continuo, ma diminuirebbe in proporzione diretta alla maggiore o minore frequenza dei passaggi, ossia alle loro intermittenze.

Ne segue che all'esercizio di una data linea ferroviaria occorrendo qualche migliaio di cavalli di forza motrice, in grazie delle batterie basterebbe qualche centinaio. Ed è evidente non solo la grande economia risultantene, ma il fatto più importante, che potranno adibirsi al servizio ferroviario delle forze idrauliche ritenute finora insufficienti.

In questa nuova ed importantissima applicazione si ricorre pure vantaggiosamente al menzionato brevetto Tudor, alle batterie cioè poste lungo la linea a distanza dalla centrale, economizzando in condutture e personale, ed ottenendo un servizio ancora più regolare.

Va da sè che a tutti questi importanti servizi qui in ultimo rilevati possono servire esclusivamente accumulatori Planté, e non solo servono vantaggiosamente, ma s'impongono per le grandi economie che recano nell'esercizio.

Chiudo questa mia Memoria senza toccare il campo dell'applicazione degli accumulatori di trazione per attivare le carrozze ferroviarie, poichè il solo fatto, che tali esercizi, da parecchi anni applicati all'estero, non giunsero ad una maggiore diffusione, mi fa credere che questa applicazione non abbia un avvenire, almeno finchè gli accumulatori si costruiscono di piombo.



N. 31.**SULLA COSTRUZIONE DEI MAGNETI PERMANENTI****LETTURA***del Socio Prof. MOISÈ ASCOLI**fatta all'Assemblea generale di Roma**nella Seduta del 12 Ottobre 1901**(Con 8 figure).*

1. — In molti degli apparecchi di misura più in uso sono applicati dei magneti permanenti che debbono soddisfare soprattutto alla condizione della massima possibile invariabilità. Lo studio delle cause di variazione non fu fatto finora abbastanza sistematicamente per poter stabilire dei criteri tali da permettere una costruzione razionale dei sistemi magnetizzati in modo da soddisfare alla detta condizione. Da ciò ha avuto origine il mio studio, il quale si andò estendendo molto oltre ai limiti dapprima prefissi e interessanti la questione speciale di cui qui voglio occuparmi. Tra le diverse cause di variazione ho considerato, per ora, solamente l'*urto*. I principali risultati della mia ricerca furono da me riassunti nell'ultimo Congresso della Società italiana di fisica tenuto in Bologna nello scorso settembre; intendo ora di esporne brevemente l'applicazione al problema dei magneti permanenti.

Due questioni si presentano quando si voglia magnetizzare permanentemente un corpo: la scelta del materiale ed il modo di magnetizzarlo. Esse però, come vedremo, non si possono, che in parte, trattare separatamente.

I.

2. — Comincio dal considerare il modo generalmente seguito per ottenere la magnetizzazione permanente: si colloca il corpo in un campo magnetico, che in generale è quello di una corrente; il corpo acquista allora una certa magnetizzazione; si annulla poi il campo

applicato. Rimane così una magnetizzazione residua di determinata intensità. Ricorriamo per chiarezza ai soliti diagrammi magnetici aventi le intensità della magnetizzazione per ordinate e la forza magnetica per ascisse, e ricordiamo anzitutto che questa forza non va, in generale, confusa col campo *applicato*, essa è la risultante di questo e della forza magnetica proveniente dal magnetismo libero esistente sul pezzo. Solamente quando quest'ultimo è nullo, cioè nei circuiti magnetici perfetti, la forza magnetica agente coincide col campo applicato (come nel caso di un toro uniformemente avvolto o delle parti centrali di un cilindro assai allungato). Nella fig. 1 è tracciato il detto

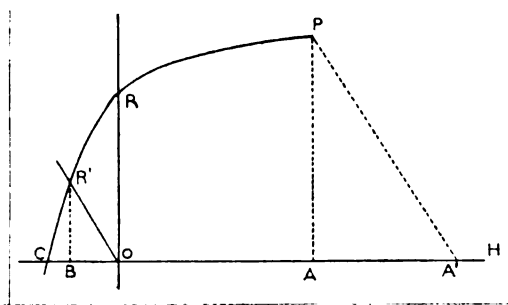


Fig. 1.

diagramma magnetico. PA è la magnetizzazione ottenuta quando al corpo magnetico è applicato il campo dato; questo campo è misurato dall'ascissa OA se il circuito magnetico è perfetto, in caso diverso sarebbe rappresentato da un'ascissa maggiore AO' (la differenza AA' misura la forza smagnetizzante). Diminuendo il campo, il punto, che rappresenta lo stato magnetico, scende lungo la PR , e quando il campo applicato è nullo si giunge in R se il circuito magnetico è perfetto, in R' se è imperfetto, OR' essendo parallela a PA' . Il magnetismo residuo è dato, nel primo caso, dall'ordinata OR , nel secondo dalla BR' . L'angolo della OR' colla OR , cresce al crescere della imperfezione del circuito magnetico, onde se si trattasse di un toro tagliato, il punto R' scenderebbe lungo la RC al crescere dell'intraferro; lo stesso avverrebbe nel caso di un cilindro (parti centrali) al diminuire del rapporto tra lunghezza e diametro (la tangente dell'angolo $RO R'$ misura il *fattore smagnetizzante* dipendente essenzialmente dalla forma del pezzo). Il tratto del diagramma che interessa il magnetismo permanente è dunque quello contenuto nel 2° quadrante ($RR'C$).

3. — Supponiamo che si vogliano confrontare tra di loro diversi materiali per scegliere quello che presenta maggior stabilità, cioè soffre minori variazioni per effetto dell'urto. Generalmente a questo scopo

si preparano, coi diversi materiali, diversi campioni di ugual forma e dimensioni, si esamina l'effetto dell'urto, e si preferisce, *coeteris paribus*, quel materiale che subisce minori variazioni relative. Questo procedimento può condurre ad erronei apprezzamenti. I pezzi preparati per le prove avranno una certa forma cui corrisponderà una certa inclinazione della retta OR' (fig. 1) e quindi un certo punto della linea magnetica discendente; l'esperienza citata dà la variazione dello stato magnetico R' . Se poi coi medesimi materiali si costruisse un magnete di diversa forma, cui corrispondesse una diversa inclinazione della OR' , si commetterebbe un evidente arbitrio estendendo a questa nuova forma i risultati ottenuti su quella dei pezzi di prova. Il materiale non è ben conosciuto sotto questo punto di vista se non si esaminano tutti i punti del tratto RC .

La mia ricerca fu estesa anche al di fuori del tratto RC e precisamente dal punto P fino al simmetrico P' (fig. 2) ed anche lungo la linea ascendente da P' a P , che chiude il ciclo di isteresi. Sebbene tale estensione non interessi il nostro problema, pure ne cito i risultati che per la loro semplicità e generalità mi sembrano degni di considerazione.

Una lunga serie di misure fatte sopra diverse qualità di ferro e di acciaio e con diversi limiti di magnetizzazione, ha dimostrato che in tutti i casi, salve le differenze quantitative, il fenomeno segue leggi perfettamente analoghe. Senza entrare qui in dettagli e senza citare cifre, rappresenterò graficamente l'andamento del fenomeno, prendendo per ascisse ancora le forze magnetizzanti e per ordinate le variazioni della magnetizzazione (fig. 3); nella fig. 3 le ordinate sono in scala diversa che nella 2; non ho segnato alcun numero perchè, a seconda del materiale, i valori numerici variano, mentre la forma generale del *diagramma delle variazioni* (quello della fig. 3) rimane la stessa. Come si vede, nel punto P la variazione dovuta all'urto è sempre positiva; scendendo da P verso R , la variazione decresce, finchè nel punto N cui corrisponde il punto ν della fig. 3, l'urto non ha alcun effetto. Oltre a ν la variazione acquista valori negativi crescenti fino ad un'ascissa negativa il cui valore è sempre prossimo ad OC (forza coercitiva) dove la variazione presenta un massimo per poi scendere,

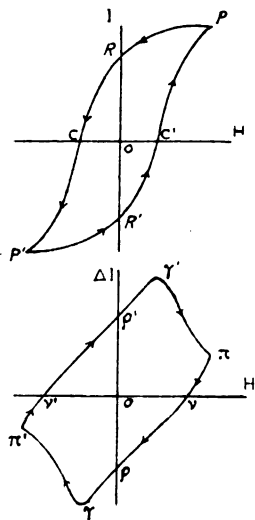


Fig. 2 e 3.

in corrispondenza di P' , fino ad un punto π' simmetrico con π . Risalendo poi da P' a P , cioè chiudendo il ciclo lungo la linea ascendente, che è simmetrica colla discendente, anche il ciclo delle variazioni si chiude con una linea simmetrica a quella ora considerata.

Al tratto RC che interessa il magnetismo permanente corrisponde, nel ciclo delle variazioni, il tratto $\rho\gamma$. Se dividiamo ciascuna delle ordinate di questo tratto $\rho\gamma$ per le corrispondenti del tratto RC otteniamo le *variazioni relative* del magnetismo permanente corrispondenti a pezzi di diversa forma. Tra i diversi casi esaminati ne scelgo due che ci interessano in modo particolare, e nella seguente tabella riporto alcuni dati numerici ad essi relativi. Nella prima colonna (N) sono scritti i valori della tangente dell'angolo $RO R'$ (fig. 1), nella seconda (G) e terza (A) i valori (per cento) della variazione relativa prodotta da un determinato urto in due qualità diverse d'acciaio (Glisenti ed Allevard) non temperato. Nell'ultima colonna (λ) sono scritte le lunghezze, espresse in diametri, di cilindri il cui fattore smagnetizzante corrisponde ai valori di N scritti nella prima colonna.

N	G	A	λ
0.0000	2.1 %	2.4 %	∞
0.0045	2.3	2.6	100
0.0089	2.6	3.0	70
0.0162	3.2	3.5	50
0.0238	4.0	4.4	40
0.0393	5.9	5.7	30
0.0533	7.8	7.6	25
0.0775	11.1	10.9	20
0.1206	17.0	16.4	15
0.2160	30.3	29.0	10

Nel tratto $\rho\gamma$ la variazione relativa è rapidamente crescente al crescere di ρ tanto per l'acciaio G come per l' A , e la legge dell'aumento poco differisce dall'uno all'altro caso. Ma ciò che importa notare è che per valori piccoli di N (circuiti magneti poco aperti, piccoli intraferri, cilindri lunghi) l'acciaio Glisenti è più stabile dell'Allevard, invece per $N > 0.024$ ($\lambda < 40$) è più stabile l'Allevard. Si deve dunque preferire il primo al secondo o *viceversa* secondo la forma del pezzo. Le differenze non sono molto grandi nel caso esaminato, ma possono essere assai maggiori in altri; è ad ogni modo evidente che per la cono-

scenza completa del materiale è necessario, come ho detto sopra, l'esame dell'intero tratto RC della linea magnetica discendente.

II.

4. — Passo ora ad un secondo risultato del mio studio, riguardante specialmente il processo di magnetizzazione.

Il metodo sopra descritto (§ 2) per magnetizzare il pezzo non è l'unico possibile. Invece di fermarci in R' (fig. 4) colla linea discendente,

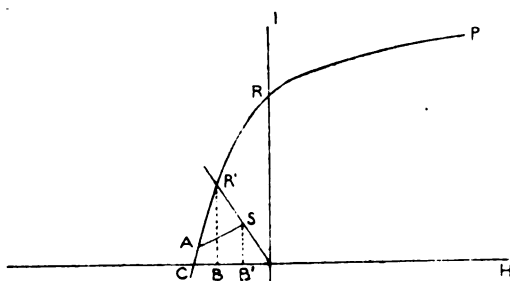


Fig. 4.

si può continuare fino ad un certo punto A e poi annullare il campo applicato, ossia retrocedere lungo una linea ascendente fino al suo punto di incontro S colla retta OR' (o colla OR se il circuito magnetico è perfetto). Si ottiene così un magnetismo residuo SB' invece di $R'B$; il primo è sempre minore del secondo, e la differenza dipende sia dalla scelta del punto A , sia dalla qualità del materiale. Ma ciò che qui interessa è di ricercare quale dei due processi di magnetizzazione sia preferibile dal punto di vista della stabilità (*).

Ho eseguito anche questa ricerca estendendola al di là del campo del magnetismo permanente.

Consideriamo le linee ascendenti che si staccano da diversi punti $A_1 A_2 A_3 \dots$ (fig. 5) della discendente PCP' ; esse tendono tutte, come è noto, al vertice P formando insieme ai tratti $PA_1, PA_2, PA_3 \dots$ dei cicli chiusi. Nel diagramma delle variazioni, ai punti $A_1 A_2 A_3 \dots$ corrispondono i punti $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ (fig. 6), ed alle linee magnetiche ascendenti $A_1 V, A_2 V \dots$ corrispondono delle linee di variazione che, partendo

(*) La signora Curie aveva già notato che la stabilità aumenta dando alla f. m. un piccolo valore negativo prima di annullarla (*Bull. de la Soc. d'encourag. pour l'Ind.*, genn. 1898).

da $\alpha_1 \alpha_2 \dots$, convergono in π , di modo che *ad ogni ciclo magnetico chiuso corrisponde un ciclo chiuso di variazioni*. Le linee $\alpha_1 \pi, \alpha_2 \pi \dots$ formano una famiglia ed in principio tendono a seguire l'andamento

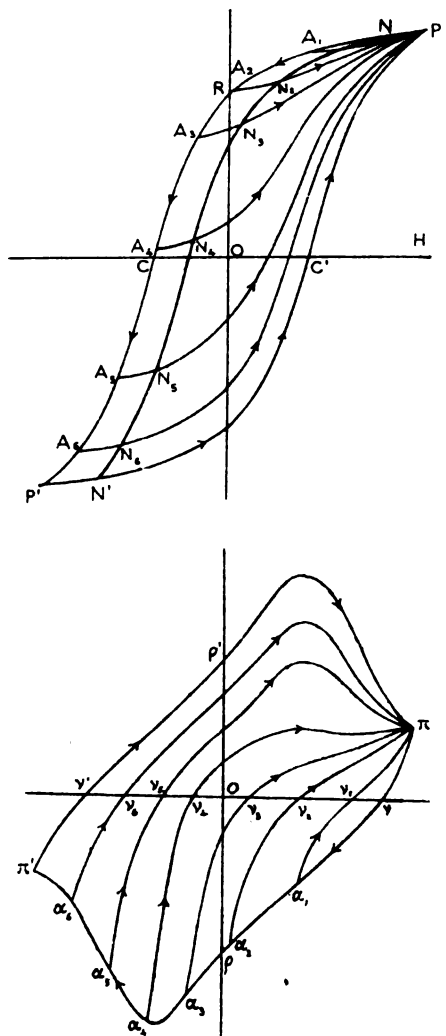


Fig. 5 e 6.

della $\pi \rho$, poi se ne scostano man mano tendendo ad acquistare la forma della $\pi' \rho' \pi$. Quello che qui più interessa di notare è che queste linee attraversano (in $\gamma_1 \gamma_2 \dots$) l'asse delle ascisse; ciò vuol dire che su ciascuna delle corrispondenti linee magnetiche ascendenti si

trova un punto ($N_1 N_2 N_3 \dots$) il quale rappresenta uno stato magnetico insensibile all'urto, uno stato magnetico di *stabilità perfetta*. Questi punti si possono chiamare *punti neutri*. Essi costituiscono un luogo geometrico perfettamente definito, che diremo *linea neutra*. In tutti i casi la linea neutra attraversa il secondo quadrante, cioè taglia l'asse delle ordinate dalla parte positiva, quello delle ascisse dalla negativa. Questo fatto ha molta importanza pel nostro problema del magnetismo permanente, giacchè esso dimostra che è *sempre* possibile ottenere una magnetizzazione permanente di stabilità perfetta. Questo stato magnetico è rappresentato (fig. 7) dal punto di incontro della linea neutra NN

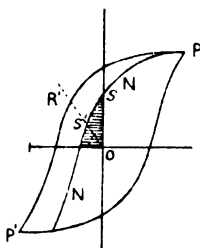


Fig. 7.

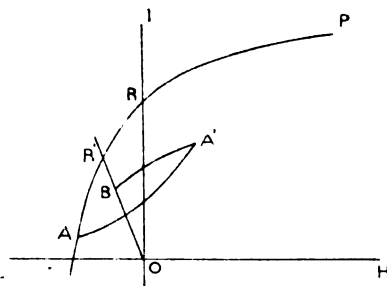
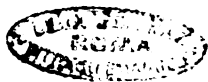


Fig. 8.

coll'asse delle ordinate (S) se il circuito magnetico è perfetto, con una retta OR' (S') convenientemente inclinata, se non lo è. Basta per raggiungere questo stato scegliere il punto (A) di regresso in modo che la linea ascendente passi per S nel primo caso, per S' nel secondo. Anche nel ferro dolce, che ha così grande instabilità, si può raggiungere la stabilità perfetta: la linea neutra di questo materiale è però vicina all'origine O, onde non si può raggiungerla che sacrificando buona parte della magnetizzazione permanente; nell'acciaio invece che la linea neutra si avvicina assai di più alla linea magnetica discendente, e la tempra la solleva ancor di più; ne segue che per questi metalli la stabilità perfetta si può ottenere con sacrificio assai piccolo del magnetismo permanente.

Anche altri processi si potrebbero seguire, oltre a quello ora esaminato, per ottenere un magnete permanente; ad esempio quello $PA A'B$ (fig. 8) contenente due punti di regresso A ed A' . Si dimostra che mediante simili processi si può dare la stabilità perfetta ad uno qualunque degli stati magnetici rappresentati da punti dell'area tratteggiata dalla fig. 7. Questi punti non hanno però speciale interesse pratico perchè rappresentano magnetizzazioni inferiori e quelle dei punti della linea neutra.

In quanto precede non ho citato che alcuni risultati della mia ricerca i quali mostrano come sia possibile adottare, nella costruzione dei magneti permanenti, dei criteri più razionali di quelli finora seguiti; le ricerche stesse hanno però messo in evidenza molti altri fatti ed altri particolari relativi ai fatti esposti, che i limiti e la sede di questa lettura mi vietano di prendere in considerazione. Per la medesima ragione ho taciuto dei metodi ed istrumenti che servirono alla ricerca. Sto preparando una relazione più completa del mio lavoro, alla quale potrà ricorrere chi volesse conoscere maggiori particolari.



Prof. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.

NB. — *I manoscritti delle letture fatte all'Assemblea generale, tenutasi in Roma nei giorni 12 e 13 Ottobre 1901, dai soci prof. Arnò, prof. Losi, ing. Giorgi, prof. Dante, ing. Silva, non essendo stati ancora consegnati alla Sede centrale, le dette letture verranno pubblicate nel prossimo fascicolo.*

Errata-corrige.

A pag. 333 del presente fascicolo, nella relazione dell'Assemblea di Roma, vanno sostituite alle parole attribuite al Socio Comm. Lattes, le seguenti, le quali pubblichiamo da lui pregati non avendo potuto essere inserite nel Verbale stesso, essendoci giunte troppo tardi e quando il fascicolo era già composto:

LATTES. — Riferendosi a quanto ha detto il collega Bonghi a proposito di qualche inconveniente cui ha potuto dar luogo in pratica il Regolamento sulle trasmissioni elettriche, ricorda che questo fu compilato da persone eminenti nella scienza e nell'industria, fra le quali appunto si trovava lo stesso ing. Bonghi. Crede tuttavia che l'Amministrazione non dissenta di addivenire, a suo tempo, ad un ritocco del Regolamento medesimo, nei punti che una più lunga esperienza avrà dimostrato opportuni.

Quanto poi al timore manifestato da precedenti oratori, che si vogliano emanare nuovi Regolamenti, i quali possano inceppare l'industria elettrica, crede suo dovere, come funzionario, di dichiarare che l'Amministrazione, cui egli ha l'onore di appartenere, ha bensì nominata una Commissione per lo studio di eventuali norme atte a riconoscere l'idoneità del personale adibito agli impianti elettrici, ma i termini del mandato non esprimono punto il concetto che un Regolamento si debba dettare ad ogni costo, e lasciano invece completamente impregiudicata la questione.

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Giacinto Motta.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Angelo Bertini — Ing. Franco Brioschi — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Alessandro Scotti — Ing. Guido Semenza.

Genova, Via Davide Chirossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Reggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Manfredo Peretti.
Cassiere: Ing. Barnaba Lanino.
Consiglieri: Ing. A. Dalla Noce — Ing. Alfredo Donati — Ing. Cav. Cleto Gasperini — Ing. Pietro Lanino.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Dott. Riccardo Manzetti.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Dott. Quirino Majorana-Calatabiano.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Folinca.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze, Via dei Benci, 10.

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giulio Martinez — Prof. Luigi Pasqualini.

Atti. Vol. V. 713

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE - TORINO

INDICE.

N. 32. — Sulla invertibilità dei motori asineroni a campo rotante. — Nota del Dott. O. M. CORBINO, comunicata alla Sezione di Palermo nella Seduta del 11 luglio 1901 e premiata nel Concorso Sacchi e Strazza (con 5 figure)	Pag. 369
N. 33. — Sistema perfezionato di contatore di energia elettrica per sistemi a corrente alternativa. — Lettura dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (con 2 figure)	» 379
N. 34. — Sull'impiego del wattometro-fasometro per sistemi trifasi ad alta tensione. — Lettura dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901 (con 4 figure)	» 385
N. 35. — Le industrie elettrotermiche. — Lettura del Socio Ing. FERDINANDO LORI, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 ottobre 1901	» 389
N. 36. — Unità razionali di elettromagnetismo. — Lettura dell'Ing. GIOVANNI GIORGI, fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 ottobre 1901	» 402
N. 37. — Dell'induzione esercitata dalle linee ad alta tensione sulle linee telefoniche e del modo di evitarla. — Sunto della Conferenza fatta dall'Ing. ANGELO SILVA, all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 ottobre 1901 (con 2 figure)	» 419
N. 38. — Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Verbali di sedute tenute nelle varie Sezioni).	» 421

Proprietà letteraria

Gli Autori delle Memorie ne riceveranno in dono 100 copie

ABBONAMENTO AL VOL. V. L. 20



TORINO

TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
1901.

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana

Sede Centrale: Torino, Via Bogino, 9

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902)

<i>Presidente:</i>	Prof. GUIDO GRASSI.
<i>Vice-Presidenti:</i>	Prof. MOISÈ ASCOLI.
	Prof. GIUSEPPE COLOMBO
	Prof. STEFANO PAGLIANI
<i>Segretario Generale:</i>	Ing. RAFFAELE PINNA.
<i>Cassiere:</i>	Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino.	— Ing. Enrico Segré — Ing. L. Garrone — Ing. Ettore Thovez.
Milano.	— Ing. Carlo Esterle — Ing. Palamede Guzzi — Ing. A. Panzarasa
	— Ing. G. B. Pirelli — Dott. Franco Magrini.
Genova.	— Ing. Gustavo Dossmann — Dott. Max Thoma.
Bologna.	— Ing. E. Cairo — Ing. P. Lanino.
Roma.	— Ing. Ferruccio Celeri — Ing. Italo Brunelli — Prof. Angelo Battelli.
Napoli.	— Ing. Franc. Amicarelli — Prof. Ing. Gaetano Bruno.
Palermo.	— Prof. Damiano Macaluso — Prof. Michele Cantone.
Firenze.	— Ing. Francesco Sizia — Prof. Guido Vimercati.

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 1897)

On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — TORINO

N. 32.SULLA INVERTIBILITÀ DEI MOTORI ASINCRONI
A CAMPO ROTANTE

NOTA

del Dottor O. M. CORBINO

*comunicata alla Sezione di Palermo nella Seduta del 14 Luglio 1901
e premiata nel Concorso Sacchi e Strazza.*

(Con 5 figure).

1. — L'invertibilità dei motori può essere completa o incompleta. Nel primo caso la macchina è autogeneratrice di correnti, per la semplice rotazione dell'indotto, come una dinamo a eccitazione indipendente, ovvero una dinamo autoeccitatrice con tracce di magnetismo residuo nel nucleo induttore. Sono anche completamente invertibili i motori sincroni a correnti alternate mono o polifasiche. In alcune delle macchine citate, anche senza magnetismo residuo nei nuclei, si può avere sviluppo di correnti inserendo per poco tempo, fino a ottenere l'eccitazione, una forza elettromotrice esterna.

Invece un motore in serie senza ferro, o a permeabilità dell'induttore costante, è solo incompletamente invertibile, in quanto che esso può funzionare da generatore solo se nel circuito esiste *permanente-mente* una forza elettromotrice esterna.

E infatti in una tal macchina il campo induttore H è rigorosamente proporzionale all'intensità della corrente I che lo produce:

$$H = K I,$$

cosicchè se l'indotto è mosso con velocità costante, la forza elettromotrice sviluppata E è proporzionale al campo e quindi all'intensità:

$$E = K' H = A I,$$

essendo K' e A delle costanti.



Se nel circuito agisce inoltre una forza elettromotrice esterna e , ed è R la resistenza totale, avremo:

$$I = \frac{E + e}{R},$$

e quindi:

$$E = A \frac{E + e}{R},$$

da cui:

$$E = \frac{A}{R - A} e.$$

In conseguenza, se è nulla la forza elettromotrice esterna e , cioè se la macchina agisce da sola nel circuito, la sua forza elettromotrice è nulla (*). Si giustifica così il fatto notorio che una dinamo in serie non può funzionare nel tratto rettilineo, e passante per l'origine, della caratteristica. Un tale motore sarà quindi solo incompletamente invertibile.

2. — Stabilito il *criterio di possibilità* che un motore sia invertibile, sono da ricercare le condizioni in cui il motore s'inverte. La ricerca è semplicissima nel caso delle macchine a corrente continua. Perchè un motore in serie si trasformi in generatore è necessario, qualunque sia la sua velocità, invertire il senso di movimento del suo indotto. Invece, se si tratta d'un motore in derivazione, anche mantenendo lo stesso senso nel movimento dell'indotto, basta accrescerne convenientemente la velocità di rotazione. Si ha, oltre a ciò, un criterio fondamentale per giudicare se l'apparecchio funziona da generatore o da motore; basta infatti ricercare il senso della forza elettromotrice propria della macchina in rapporto al senso della corrente che l'attraversa.

Le cose si complicano nei motori sincroni a corrente alternata. Una tal macchina infatti può funzionare da elettrogeno o da elettromotore, restando identica la corrente di eccitazione dell'induttore, la velocità e il senso di movimento dell'indotto, e cambiando solo rispetto alla fase della corrente la posizione relativa dell'indotto e dell'induttore; serve allora come criterio la differenza di fase tra la forza elettromotrice della macchina e la corrente che l'attraversa.

(*) Fatta eccezione del caso in cui sia $R = A$, al quale corrispondono condizioni di regime praticamente instabile.

Per ciò che riguarda i motori asincroni, le condizioni della loro invertibilità sono ben differenti.

Si sa infatti, dopo un'interessante osservazione di Maurice Leblanc, che in un circuito, nel quale agiscono degli alterno-generatori, i motori suddetti, trascinati a velocità superiore al sincronismo, aiutano gli alternatori nel fornire energia alla rete.

Lo studio di un caso semplice, l'accoppiamento diretto di un motore asincrono e di un alternatore, con una linea provvoluta di resistenza e induttanza, e nel caso in cui il motore sia mosso con velocità superiore al sincronismo, mi ha condotto a delle conseguenze di qualche interesse; e ciò mi ha persuaso a pubblicare il presente lavoro.

3. — Un motore asincrono, per semplicità difasico, sia rilegato a un alternatore mosso a velocità costante ω e ad eccitazione costante, in modo da produrre una forza e. m. costante E_{eff} su ciascuna delle fasi.

Si computino le correnti come positive quando circolano in un senso determinato e le forze elettromotrici agenti si computino anch'esse come positive se tendono a produrre correnti nel senso indicato. Limitiamo la nostra attenzione alle bobine producenti la componente orizzontale del flusso girante. Se l'indotto del motore è mosso con velocità ω' superiore a ω , il motore diviene generatore; supponiamo di essere in questo caso e siano E ed E' le forze elettromotrici destinate nelle bobine omologhe dell'alternatore e del motore, quest'ultima computata in quanto è prodotta dal flusso proprio dell'indotto. Siano infine L e L' le induttanze, R ed R' le resistenze delle coppie di bobine dell'alternatore e del motore, r ed l la resistenza e l'induttanza complessiva della linea, I l'intensità della corrente.

La seconda legge di Kirchhoff ci fornisce la relazione:

$$E + E' = (R + R' + r)I + (L + L' + l) \frac{dI}{dt}. \quad (1)$$

Supporremo, per semplicità, che le correnti siano sinusoidali e che siano nulle le fughe magnetiche nel motore e la reazione d'indotto nell'alternatore. La disposizione dei flussi nel motore è allora data dalla fig. 1, in cui tutto il diagramma ruota nel senso della freccia.

Il flusso ψ proprio dell'indotto è in anticipo sul flusso induttore Φ_0 dell'angolo $\frac{\pi}{2} + \theta$, ov'è:

$$\text{tang } \theta = \frac{\Lambda (\omega - \omega')}{P}, \quad (2)$$

rappresentando Λ e P l'induttanza e la resistenza propria dell'indotto.

Integreremo la (1) col metodo grafico.

Sappiamo intanto che I è in fase con Φ_0 . Per determinare la dire-

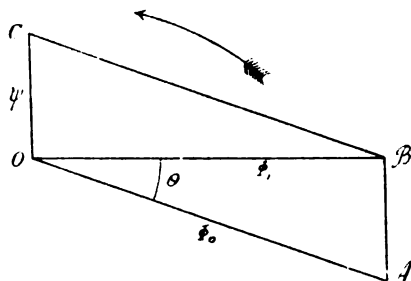


Fig. 1.

zione del vettore, le cui proiezioni, nella sua rotazione, danno i valori successivi di E' , e darne anche la grandezza in funzione di I , si osservi che E' è sviluppata nelle bobine del motore dal flusso girante ψ , e si ha :

$$\psi = \Phi_0 \sin \theta.$$

Intanto per ciascuna spira di ciascuna bobina passa metà del flusso induttore Φ_0 , e quindi se si esprime con N il numero di spire di ciascuna bobina, sarà $N \Phi_0$ il flusso totale induttore attraverso alle due bobine. Si avrà quindi :

$$N \Phi_0 = L' I,$$

cioè :

$$\Phi_0 = \frac{L' I}{N}$$

e :

$$\psi \text{ massimo} = \frac{L' I \text{ mass.}}{N} \sin \theta.$$

Del flusso ψ passa una metà per ciascuna spira di ciascuna delle due bobine; quindi il flusso totale dovuto all'indotto attraverso alle bobine induttrici sarà $N \psi$; avremo quindi :

$$\begin{aligned} E' \text{ mass.} &= N \left(\frac{d\psi}{dt} \right) = L' \sin \theta \left(\frac{dI}{dt} \right) \text{ mass.} = \left\{ \right. & (3) \\ &= L' \omega \sin \theta I \text{ mass.} & \left. \right\} \end{aligned}$$

In quanto alla direzione, si osservi che il vettore rappresentante E' è in anticipo sul vettore rappresentante ψ di un angolo $\frac{\pi}{2}$ per la (3),

cioè, tenuto conto del cambiamento di segno per il senso stabilito come positivo per le forze elettromotrici, esso è in anticipo di un angolo θ sul vettore rappresentante I . Avremo quindi per la direzione dei diversi vettori il diagramma della figura 2. Per ciò che ri-

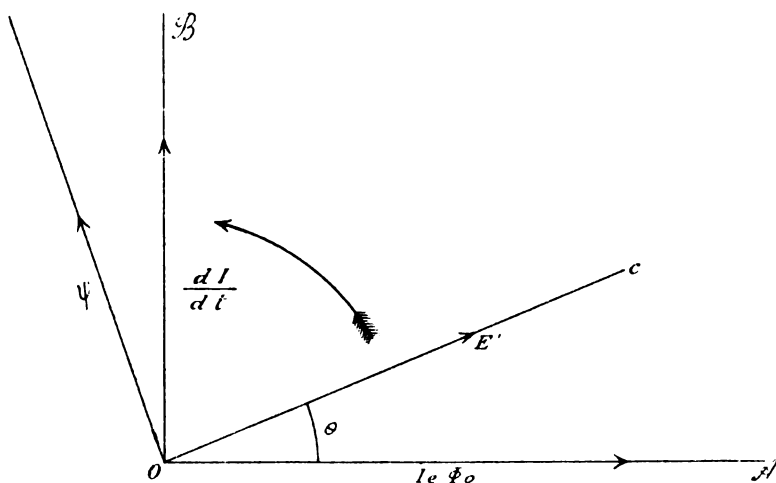


Fig. 2.

guarda il vettore rappresentante E , sappiamo soltanto, per ora, la sua lunghezza; quindi l'altro estremo si troverà su una circonferenza di centro O e di raggio determinato dalla velocità ω e dall'eccitazione dell'alternatore.

La formola (1) ci permette di determinare anche la lunghezza dei diversi vettori, oltre che la direzione di quello rappresentante E . Supposto il problema risoluto, rappresenti OC (fig. 3) la f. e. m. E' e

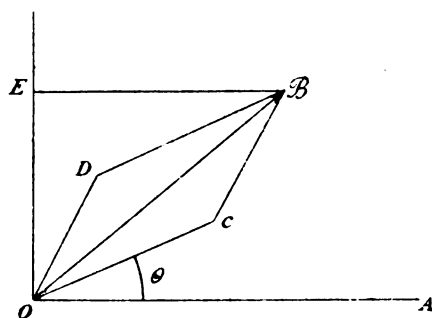


Fig. 3.

OD la f. e. m. E . Il primo membro della (1) avrà per valori istantanei le proiezioni di OB nella sua rotazione. Il secondo membro, che

deve avere gli stessi valori istantanei, risulta di due termini che sono le proiezioni di OE normale e di EB parallela a OA , rappresentante la direzione dell'intensità. Si ha, com'è chiaro:

$$OC = E' \text{ mass.} = L' \omega \sin \theta \text{ I mass.}$$

$$OD = E$$

$$OE = (l + L + L') \cdot \omega \cdot \text{I mass.}$$

$$EB = (r + R + R') \text{ I mass.}$$

$$\text{tang. BOA} = \frac{(l + L + L') \omega}{r + R + R'} . \quad (4)$$

L'ultima relazione determina, senz'altro, la direzione OB .

Si tratta quindi in ultima analisi, considerando come dati il valore di E , quello di δ e le costanti del circuito, di costruire un parallelogrammo avente una diagonale sulla retta data OB , con un vertice in O , un vertice sulla retta data OC , l'altro vertice sulla circonferenza di raggio dato OD , e infine tale che si abbia un rapporto dato

$\frac{L' \omega \sin \theta}{r + R + R'}$ tra il lato diretto secondo OC e la proiezione su una retta data (EB) della diagonale OB , poichè è:

$$\frac{BD}{EB} = \frac{L' \omega \sin \theta}{r + R + R'} .$$

Ora, se per i diversi punti di OB si guidano delle parallele a OC e ad OA , e sulle prime si tagliano dei segmenti che stiano a quelli determinati sulle seconde da OE nel rapporto di $L' \omega \sin \delta$ a $r + R + R'$, il luogo dei punti analoghi a D sarà una retta passante per O e per uno di essi.

L'incontro di questa retta col cerchio di centro O dà il punto D , e quindi tutti gli altri punti del diagramma. Si viene così alla seguente regola per la integrazione e risoluzione grafica della (1).

Tracciate (fig. 4) le rette OA , OC , OB_1 , OE_1 nel modo suddetto, cioè con le relazioni (2) e (4) e costruito il cerchio di centro O e raggio $OD = E$, si sceglie un punto B_1 a piacere su OB_1 e si guidano B_1E_1 e B_1D_1 parallele rispettivamente a OA e a OC . Si prende su B_1D_1 un punto D_1 , tale che sia:

$$\frac{B_1E_1}{B_1D_1} = \frac{r + R + R'}{L' \omega \sin \delta} ,$$

indi si guida la OD_1 che taglierà il cerchio nel punto D , per mezzo del quale si completa la figura $ODBC$ che fissa tutti gli elementi richiesti. L'angolo DOA ci dà lo spostamento di fase tra la f. e. m. E

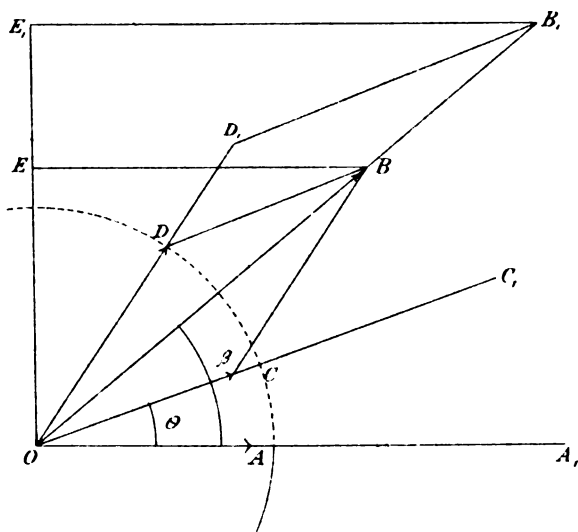


Fig. 4.

dell'alternatore e l'intensità I nel circuito. Infine se $OA = I$ mass., deducibile da $EB = (r + R + R')I$ mass., la potenza meccanica che si deve spendere nel motore è data da :

$$\frac{OC \times OA}{2} \cos \theta,$$

mentre quella che si deve comunicare all'alternatore è data da :

$$\frac{OD \times OA}{2} \cdot \cos DOA.$$

4. — Risulta evidente da quanto si è detto che se con le costruzioni fatte la retta OD viene a trovarsi al di là della retta OE , cioè se l'angolo DOA è ottuso, l'alternatore sarà un ricevitore d'energia, mentre il motore sarà invece l'unico generatore esistente nel circuito; in altri termini, le funzioni delle due macchine sono *completamente invertite*.

Ora, perchè questo avvenga, basta, com'è evidente, che sia :

$$BD \cos \theta > BE,$$

cioè :

$$L' \omega \sin \theta \cos \theta > r + R + R'$$

$$L' \omega \sin 2 \theta > \frac{r + R + R'}{2} . \quad (5)$$

Queste condizioni sono ben facili a realizzare, essendo $L' \omega$ grandissimo di fronte a R' , e anche, se si vuole, di fronte a R ; essendo inoltre θ , nelle condizioni ordinarie, vicino a 45° e quindi $\sin 2 \theta$ vicino all'unità; e infine la resistenza r del circuito che rilega l'alternatore al motore potendo farsi piccola a nostro piacere.

Si osservi ancora che se la condizione (5) è soddisfatta, l'alternatore sarà motore per qualsiasi valore della sua eccitazione o di E .

E così, lasciando tutto inalterato, si potrà modificare la potenza meccanica sviluppata nell'alternatore, facendone variare l'eccitazione, con che varia il raggio OD del cerchio.

5. — Se si trascura la resistenza della linea e delle bobine di fronte alla reattanza di queste, la costruzione indicata non è più applicabile. Si osservi però che per le (4) si ha, qualunque sia $r + R + R'$:

$$\frac{OC}{OE} = \frac{L' \omega \sin \delta}{(l' + L + L')} \quad (6)$$

e che in questo caso la retta OB assume la direzione OE_1 .

Bisognerà quindi costruire un parallelogrammo (fig. 5) che abbia

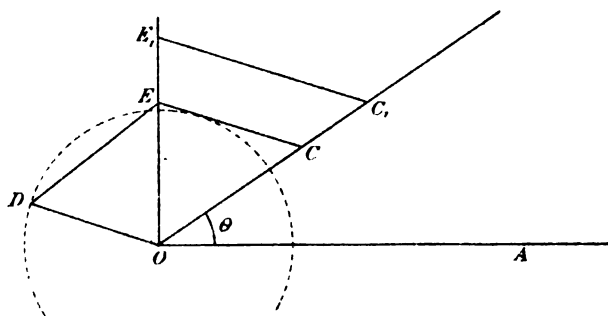


Fig. 5.

la diagonale secondo OE_1 , con un vertice su O , un secondo vertice su OC_1 , un terzo sulla circonferenza e infine che abbia tra il lato OC e la diagonale OE il rapporto dato dalla (6).

Ora, se si costruiscono due segmenti OC_1 e OE_1 , soddisfacenti alla (6), il lato EC del parallelogrammo richiesto dovrà essere parallelo a E_1C_1 .

Se quindi per O si conduce OD parallela a O_1C_1 , per D la DE parallela a OC_1 e si completa il parallelogrammo $ODEC$, il problema è risoluto. Nel caso che ci occupa, com'è manifesto, l'alternatore sarà certo un motore di potenza regolabile con la sua eccitazione.

6. — Riservandomi di trattare in un altro studio come si modifichino i risultati precedenti se si utilizza la tensione esistente tra i due fili di linea per derivare energia in circuiti parassiti, credo interessante, rimanendo nell'ipotesi in cui siano in presenza soltanto l'alternatore e il motore, ricercare cosa avviene qualora, mentre l'alternatore funziona da motore, si sopprima la coppia resistente ad esso applicata, lasciandogli libertà di girare a vuoto. Il caso è senza precedenti, per quanto io sappia, nella teoria d'un accoppiamento d'una dinamo a un motore. E infatti, se si rilega un alternatore con un motore sincrono a vuoto, l'indotto di questo si dispone, sempre girando sincronicamente, in modo che la forza e. m. in esso sviluppata è in opposizione di fase con quella dell'alternatore; si ha quindi una corrente wattata debolissima qualunque sia l'eccitazione del motore, quanta è sufficiente per supplire alle perdite di energia per effetto Joule, ecc. Se invece si tratta di un motore asincrono a vuoto, il suo rotore si porta quasi al sincronismo, realizzandosi le stesse condizioni di prima. Invece, nel nostro caso, per ω (velocità dell'alternatore) e ω' (velocità del motore) costanti, la differenza di fase tra E ed E' , cioè tra OC e OD , è perfettamente determinata, qualunque sia la coppia resistente applicata all'indotto dell'alternatore. Intanto la coppia stessa dipende dall'angolo di cui l'asse del magnete induttore è spostato rispetto all'asse del campo rotante dato dall'indotto.

Ora, se si sopprime questa coppia resistente, l'armatura accelererà il suo moto, tendendo a mettersi nella posizione in cui i due assi sono in coincidenza, così come avviene nei motori sincroni; ma siccome l'angolo dei due assi è perfettamente determinato da altri elementi, il moto dell'armatura continuerà ad accelerarsi senza che quella coincidenza si realizzi. Se, per esempio, l'alternatore è a induttore rotante, finchè ad esso è applicata una coppia resistente, rimane indietro, di un angolo costante, sul campo rotante generato nel circuito indotto; sopprimendo la coppia resistente, l'induttore accelererà il suo moto, ma lo accelera anche il campo rotante indotto, fa-

cendosi, per dir così, sempre inseguire dal primo. In questo regime, che non si presta all'analisi ordinaria, perchè le correnti cessano dall'essere sinusoidali, la velocità ω dell'alternatore andrà crescendo, e *con essa la frequenza delle correnti che circolano nel circuito*. E allora, essendo invece costante la velocità ω' del generatore asincrono, la differenza $\omega' - \omega$ andrà diminuendo, e con essa diminuirà θ , e quindi la potenza elettrica che quest'ultima macchina sviluppa. S'intende così come, a un certo punto, la velocità ω dell'armatura dell'alternatore si avvicini tanto a ω' che la potenza elettrica sviluppata nel motore asincrono stesso sia proprio quella assorbita negli attriti, nel riscaldamento dei circuiti, ecc.; da quel momento in poi la velocità dell'alternatore si mantiene di nuovo costante.

Si ha così il risultato che le funzioni dei due apparecchi sono interamente invertite, e che l'alternatore acquista, in parte, le proprietà d'un motore asincrono: cioè esso è capace di sviluppare potenza meccanica movendosi a velocità qualunque, purchè minori di ω' , ma con questa particolarità: che la sua velocità determina la frequenza delle correnti che circolano nel circuito. In altri termini, esso resta un motore sincro rispetto alle correnti che l'attraversano e di cui determina la frequenza; asincrono rispetto al generatore, e alla possibilità di sviluppare potenza a tutte le velocità.

N. 33.

**SISTEMA PERFEZIONATO
DI CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA
PER SISTEMI A CORRENTE ALTERNATIVA**

L E T T U R A

dell'Ing. Prof. RIGCARDO ARNÒ

fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 Ottobre 1901

(Con due figure).

Siano I e I' le intensità efficaci di due correnti alternative sinusoidali e sia ϕ il valore angolare della differenza di fase fra le dette correnti. Se queste si fanno passare attraverso alle due spirali induttrici di un apparecchio di induzione a campo Ferraris, si hanno, detti Φ e Φ' , i due flussi di induzione magnetica prodotti dalle correnti I e I' percorrenti le dette spirali:

$$\Phi \Phi' \sin \phi = H d,$$

ove H è una costante e d la deviazione che subisce la spirale indotta sotto l'azione del campo Ferraris generato dalle correnti date.

E se, delle due spirali induttrici dell'apparecchio a campo Ferraris, l'una è amperometrica e l'altra voltometrica, si ha ancora, detta C una costante:

$$\Phi \Phi' \sin (\phi - \psi) = C d,$$

ove ψ rappresenta il ritardo di fase della corrente I' , che attraversa la spirale voltometrica — e quindi del flusso di induzione Φ' — rispetto alla differenza di potenziale alternativa efficace V esistente fra le estremità del circuito voltometrico. Tale spostamento di fase ψ dipendendo dai rispettivi valori della resistenza ohmica r e della resistenza induttiva λ del circuito voltometrico medesimo:

$$\tan \psi = \frac{\lambda}{r}.$$

Ciò posto, se si pone $\psi = 90^\circ$, si ricava :

$$\Phi \Phi' \sin(\phi - 90) = \Phi \Phi' \cos \phi = C d.$$

Od ancora, detta K una costante:

$$I V \cos \phi = W = K d,$$

ove W è la potenza della corrente alternativa su cui si esperimenta.

In tali condizioni un apparecchio di induzione a campo Ferraris, nel quale le due spirali induttrici siano rispettivamente una spirale amperometrica ed una spirale voltometrica, è dunque atto a servire come wattometro per la misura esatta della potenza in un sistema a corrente alternativa semplice con carico induttivo.

Ma, acciocchè sia $\psi = 90^\circ$, occorre fare $\tan \psi = \infty$, e quindi $\lambda = \infty$, oppure $r = 0$, condizioni queste che non sono mai raggiungibili nella pratica.

Che se poi — ed è questo il caso che ci interessa quivi di considerare — si voglia usare l'apparecchio (supposta soddisfatta la condizione di $\psi = 90^\circ$) come contatore per la misura esatta dell'energia in un sistema a corrente alternativa semplice con carico induttivo, dovranno ancora essere soddisfatte le due condizioni seguenti:

1° L'induttanza dell'armatura del motorino a campo Ferraris dovrà essere assai piccola; onde occorrerà dare forma e disposizione conveniente all'armatura stessa e costruire il contatore privo di ferro;

2° Si dovrà opporre alla rotazione dell'armatura una resistenza tale che il lavoro resistente, prescindendo dagli attriti, sia proporzionale al quadrato della velocità di rotazione; tale resistenza potendo molto opportunamente essere quella dovuta alle correnti di Foucault, che si sviluppano in un disco di rame o di alluminio, trascinato in movimento fra le estremità polari di alcuni magneti.

Ora è noto come la condizione di $\psi = 90^\circ$ si raggiunga con approssimazione nella pratica, in alcuni tipi di contatori a campo Ferraris, inserendo in serie con la spirale voltometrica una spirale con nucleo di ferro, a circuito magnetico chiuso, di grande induttanza e piccola resistenza ohmica.

Nel nuovo tipo di contatore, da me immaginato e che sto per descrivere, viene invece soddisfatta con tutta esattezza la condizione di $\psi = 90^\circ$; e ciò pure essendo l'apparecchio costruito privo di ferro, il che permette non solo di fare molto piccola l'induttanza dell'armatura, ma di rendere ancora il contatore notevolmente più semplice e meno costoso.

Si prendano a considerare invece che una sola, due spirali voltometriche di ugual numero di spire e così avvolte l'una e l'altra, che il flusso di induzione magnetica totale Φ' , dovuto alle due correnti percorrenti quelle due spirali, abbia a risultare esattamente uguale alla somma vettoriale dei due flussi di induzione Φ'_1 e Φ'_2 rispettivamente dovuti alle due correnti medesime.

Ciò posto, sia il flusso Φ'_1 (fig. 1) in fase con la differenza di po-

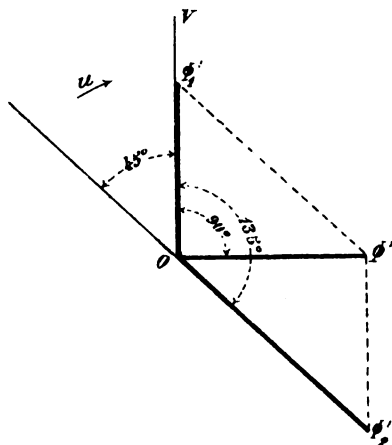


Fig. 1.

tenziale V , ed il flusso Φ'_2 in precedenza di fase, rispetto a V , di 135° . Basterà allora fare $\Phi'_2 = \Phi'_1 \cdot \sqrt{2}$, perchè il flusso risultante Φ' di Φ'_1 e di Φ'_2 , risulti uguale al flusso componente Φ'_1 e spostato di fase rispetto a questo, di 90° .

E poichè Φ'_1 è in fase con la differenza di potenziale V , così Φ' risulterà spostato di 90° rispetto a V .

Si risolve adunque la questione disponendo le cose per modo che le due spirali voltometriche, di cui si è detto, siano percorse da due correnti rispettivamente di intensità i'_1 ed $i'_2 = i'_1 \cdot \sqrt{2}$ e di cui la prima in fase con la differenza di potenziale V e l'altra in precedenza di fase di 135° rispetto a V .

Per ottenere nell'una delle due spirali voltometriche la corrente di intensità i'_2 in precedenza di fase di 135° rispetto a V , occorre:

1° Inserire in serie con la detta spirale una resistenza ohmica ed una resistenza induttiva tali che l'impedenza ρ del circuito voltometrico, di cui si tratta, soddisfi alla relazione:

$$\rho = \frac{V}{i'_2};$$

2° Dare tali valori a quella resistenza ohmica ed a quella resistenza induttiva, per modo che la resistenza induttiva totale λ del circuito voltometrico di cui si tratta risulti uguale alla resistenza ohmica totale r'_2 del circuito voltometrico medesimo. Con ciò si ottiene, detto α il ritardo di fase di i'_2 rispetto a V :

$$\text{tang } \alpha = \frac{\lambda}{r'_2} = 1,$$

e quindi:

$$\alpha = 45^\circ;$$

3° Invertire gli attacchi della spirale voltometrica in questione rispetto agli attacchi dell'altra spirale voltometrica, così da produrre un ulteriore spostamento di fase di 180° di i'_2 rispetto a V . Nelle quali condizioni il ritardo di fase $\alpha = 45^\circ$ (fig. 1) si trasforma nella precedenza di fase $180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$, che si voleva ottenere.

Per avere invece, nell'altra delle due spirali voltometriche, la corrente di intensità $i'_1 = \frac{i'_2}{r'_2}$ in fase con V , basta inserire in serie con

la detta spirale una resistenza ohmica tale che la resistenza ohmica totale r'_1 del circuito voltometrico di cui si tratta soddisfi alla relazione:

$$r'_1 = \frac{V}{i'_1} = \frac{V \cdot \sqrt{2}}{i'_2} = r \cdot \sqrt{2}.$$

Ho detto che delle due correnti i'_1 ed i'_2 , percorrenti le due spirali voltometriche del contatore, e destinate a produrre il flusso di induzione magnetica Φ' spostato di fase di 90° rispetto alla differenza di potenziale V , la corrente i'_1 deve essere in fase con V .

Ora appunto io utilizzo ancora tale corrente per ottenere che essa, attraversando una spirulina di poche spire di filo fine, disposta parallelamente ed avvolta nel senso della spirale amperometrica, abbia a generare un flusso di induzione magnetica costante, per qualsiasi valore della intensità della corrente fornita agli apparecchi utilizzatori: tale flusso sovrapponendosi al flusso di induzione prodotto dalla corrente circolante nella spirale amperometrica dell'apparecchio.

La spirulina, di cui si è detto, funziona dunque come *spirale compensatrice* del contatore, ed è destinata ad eliminare, o per lo meno a diminuire notevolmente, l'errore dovuto alle resistenze di attrito dell'apparecchio.

Nella figura 2 è rappresentato un contatore di energia, secondo il sistema descritto, inserito nella rete a corrente alternata $a b$.

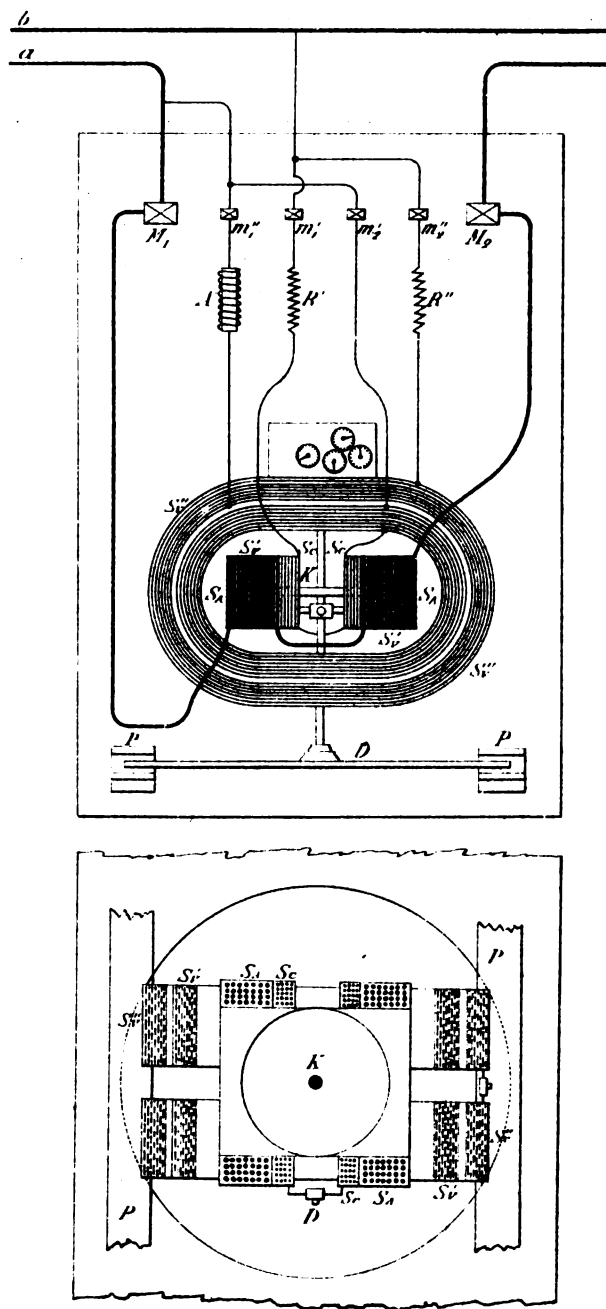


Fig. 2.

S_1 è la spirale amperometrica, le cui estremità comunicano coi morsetti M_1 ed M_2 ; S'_1 ed S''_1 sono le due spirali voltometriche di cui si è detto; S_c la spirale compensatrice; K l'armatura del motorino a campo Ferraris e D il disco conduttore rotante fra le estremità polari dei magneti P .

In serie con la spirale S'_1 è inserita la resistenza ohmica R' ed in serie con la spirale S''_1 sono inserite la resistenza ohmica R'' e la induttiva Δ .

Finalmente gli attacchi delle due spirali S'_1 ed S''_1 sono rispettivamente invertiti, cioèchè il morsetto m'_1 dell'una comunica col morsetto m''_2 dell'altra, ed il morsetto m'_2 di quella col morsetto m''_1 di questa.

N. 34.

SULL'IMPIEGO DEL WATTOMETRO-FASOMETRO PER SISTEMI TRIFASI AD ALTA TENSIONE

LETTURA

dell'Ing. Prof. RICCARDO ARNÒ

fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 Ottobre 1901

(Con 4 figure).

In una mia Comunicazione (*) fatta al Congresso degli Elettricisti in Como, ho dimostrato come, allorchè si tratti di sperimentare sopra impianti trifasi simmetricamente carichi, un ordinario wattometro possa anche servire come fasometro.

Siano a, b, c (fig. 1) i tre conduttori di un sistema trifase simmetri-

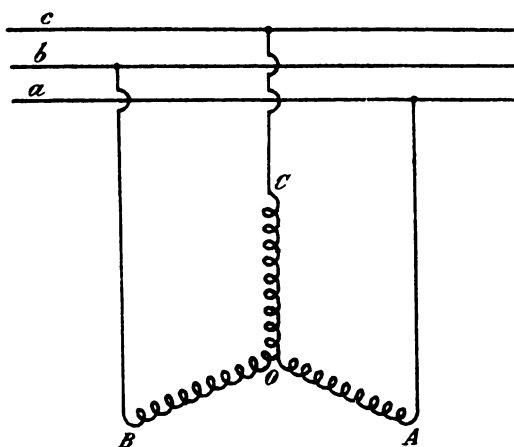


Fig. 1.

camente carico e siano OA, OB, OC le tre spirali di un concatenamento aperto. Sia V la differenza di potenziale alternativa efficace esistente fra le estremità della spirale AO , percorsa da una corrente

(*) Associazione Elettrotecnica Italiana, vol. III, Atti.

alternativa sinusoidale di intensità efficace I ; e sia questa corrente in ritardo di fase di un angolo ϕ rispetto a quella differenza di potenziale.

Se si inserisce in OA la spirale amperometrica S_A di un wattometro, e si dispone la spirale voltometrica S_V del medesimo in derivazione rispetto ad OA , si ha, detta d la deviazione e K la costante dello strumento:

$$VI \cos \phi = W = K d, \quad (1)$$

ove W è la potenza della corrente alternativa in cui si sperimenta. Sarà allora $3W$ la potenza totale delle tre correnti nei tre rami OA , OB , OC del concatenamento considerato.

Si immagini ora che la spirale voltometrica dell'apparecchio venga inserita, anzichè fra i punti O ed A , fra i punti B e C . Poichè allora la differenza di potenziale V è spostata di fase di 90° rispetto alla differenza di potenziale V' fra i punti B e C , si ha, tenendo conto che $V' = \sqrt{3} \cdot V$, e rappresentando con d' la deviazione dello strumento:

$$\sqrt{3} \cdot VI \cos (90^\circ \phi) = \sqrt{3} \cdot VI \sin \phi = K d',$$

ossia:

$$VI \sin \phi = \frac{K}{\sqrt{3}} d'. \quad (2)$$

Onde, dividendo a membro a membro l'equazione (2) per la (1), si ricava:

$$\tan \phi = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{d'}{d}$$

L'apparecchio sarà quindi munito di due scale, di cui le divisioni dell'una corrispondono ai valori del prodotto $VI \cos \phi$, e quelle dell'altra ai valori del prodotto $VI \sin \phi$: la seconda graduazione deducendosi direttamente dalla prima, dividendo per $\sqrt{3}$ i valori corrispondenti alle varie divisioni di questa.

Occorre però osservare come nella disposizione che serve a determinare i valori del prodotto $VI \sin \phi$, si abbia, fra le due spirali dell'apparecchio, una differenza di potenziale che non può mai essere inferiore al valore della tensione concatenata moltiplicato per $\frac{\sqrt{3}}{2}$, valore questo raggiungibile soltanto nel caso in cui la resistenza addi-

zionale in serie con la spirale voltometrica S_V (fig. 2), venga suddivisa in due parti uguali R , disposte l'una tra S_V ed il conduttore b , e l'altra tra S_V ed il conduttore c .

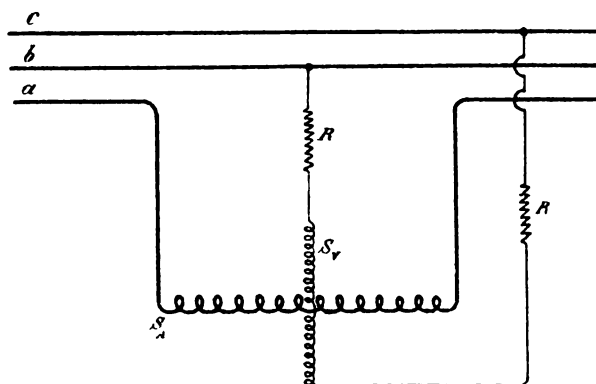


Fig. 2.

Queste considerazioni conducono alla conseguenza che, trattandosi di sperimentare sopra sistemi trifase ad alta tensione, la differenza di potenziale esistente fra le due spirali dell'istrumento avrebbe in ogni caso un valore relativamente così elevato, che le spirali stesse sarebbero indubitatamente distrutte dagli archi, i quali riuscirebbero allora inevitabili.

Non potendo quindi, per le ragioni dette, il metodo di misura di cui si tratta essere applicato per le alte tensioni, mi sono proposto di studiare se e come fosse possibile modificare il metodo stesso, così da renderlo applicabile anche in tale caso, ove la soluzione del problema presenta nella pratica anche maggiore importanza.

Orbene, è facile vedere come basti a tal uopo sostituire alla differenza di potenziale fra i punti B e C (fig. 1), le due differenze di potenziale componenti rispettivamente esistenti fra i punti B ed A e fra i punti A e C. E così, invece di far uso di un'unica spirale voltometrica S_V inserita fra i conduttori b e c (fig. 2), si farà uso di due spirali voltometriche uguali S_V e S'_V (fig. 3), rispettivamente inserite, attraverso alle resistenze aggiuntive R , fra i conduttori b ed a e fra i conduttori a e c .

Le due estremità B' e C delle dette due spirali voltometriche, riunite fra di loro in A, saranno perciò mantenute in comunicazione col conduttore a per mezzo di un filo conduttore flessibile f , mentre le altre due estremità B e C' di S_V ed S'_V comunicheranno, attraverso alle resistenze aggiuntive R , rispettivamente coi conduttori b e c .

Che se poi invece delle due differenze di potenziale rispettivamente esistenti fra b ed a e fra a e c , si prendono a considerare le due dif-

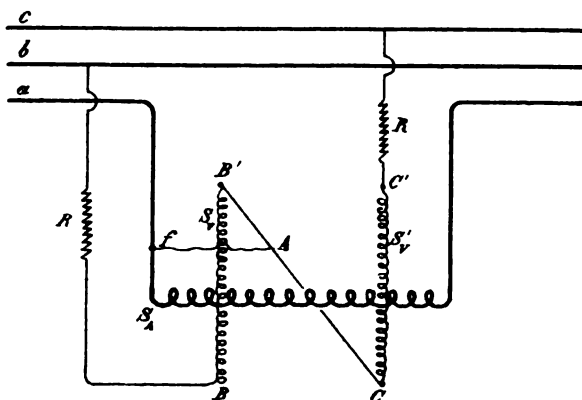


Fig. 3.

ferenze di potenziale fra b ed a e fra c ed a , allora è facile vedere che la differenza di potenziale risultante, che nel primo caso considerato era quella esistente fra i conduttori b e c , è ora invece in fase ed uguale alla differenza di potenziale fra il conduttore a ed il punto neutro O (fig. 1) moltiplicata per 3. Onde ne consegue che, collegando le due spirali voltometriche S_V ed S'_V fra di loro e coi conduttori b e c per modo da invertire i collegamenti dell'una di dette spirali, per esempio della spirale S'_V (fig. 4), si avrà direttamente dall'istrumento

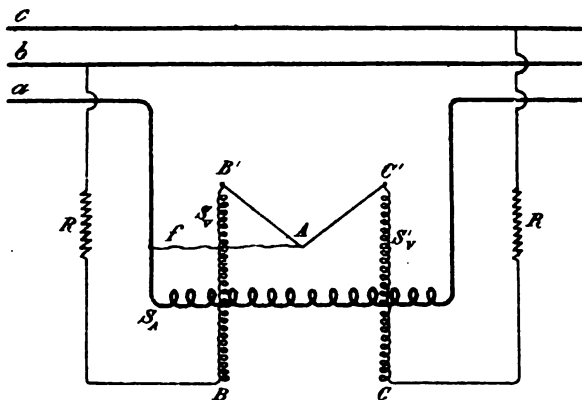


Fig. 4.

la misura della potenza totale delle tre correnti nei tre rami del concatenamento inserito nel sistema trifase considerato.

N. 35.**LE INDUSTRIE ELETTROTERMICHE****LETTURA***del Socio Ing. FERDINANDO LORI**fatta all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 12 Ottobre 1901.*

Quando nel 1891-92, Bullier, in Francia, fondandosi sulle esperienze da laboratorio di Moissan, e Willson, in America, interpretando felicemente un fenomeno casuale, pensarono ad una grandiosa applicazione del forno elettrico: se si eccettuano i deboli e infruttuosi tentativi del 1849 di Depretz, che in una Nota all'Accademia delle Scienze aveva descritto il modo di comportarsi di un arco elettrico, il quale salti fra il fondo di un piccolo crogiuolo di carbone, costituente il polo positivo, e la punta di una bacchetta verticale sostenuta e diretta secondo l'asse del crogiuolo; quelli del 1853, quasi contemporanei di Johnsen e Pichou, che costruirono due piccoli forni per fondere i minerali; e quelli del 1879 di Siemens, che ne costruì uno per fondere i metalli; può dirsi che non era stata ancora immaginata alcuna veramente industriale utilizzazione dell'elevatissima temperatura, che, mediante l'arco voltaico, si può facilmente e rapidamente ottenere.

Invece una statistica pubblicata nel *Jahrbuch der Elektrochemie*, testè comparso, fa ammontare a circa 275,000 cavalli idraulici la potenza impiegata attualmente soltanto per produrre carburo di calcio in circa 70 fabbriche sparse nel mondo. La quantità annua di carburo che esse possono produrre, è, in cifra tonda, 200,000 tonnellate, quante basterebbero per tenere contemporaneamente accese altrettante lampade dell'intensità di 50 candele normali. Io non so se in molte altre occasioni la storia delle industrie ha potuto registrare così rapidi progressi, tanto per varietà di applicazioni, che per quantità di prodotti ottenuti.

L'Italia, come in altre applicazioni della corrente elettrica, ha un posto assai onorevole nelle pagine di questa storia, così per ciò che riguarda la feconda operosità dei suoi tecnici, quanto per la somma di denaro impiegata dai suoi capitalisti.

La tecnica delle industrie elettrotermiche e dei forni elettrici, i quali sono il fondamentale apparecchio, che esse utilizzano, è la tecnica, tutt'affatto nuova, delle intensissime correnti e delle elevatissime temperature. Perciò ogni parte degli impianti ha richiesto particolari studi, disposizioni, esperienze, che formano tutto un lungo e continuamente progrediente capitolo della tecnologia industriale. Uno sguardo sintetico, come a guisa di inventario, delle cose più importanti di questo nuovo campo dell'ingegno, mi è parso pertanto argomento non indegno di questa onorevole Assemblea: e tale pensiero mi ha spinto a sollecitare l'onore concessomi, del che vivamente ringrazio la Presidenza, di occupare alcuni minuti del vostro tempo con la presente lettura.

Il forno elettrico è un apparecchio destinato a sottoporre le sostanze ad una temperatura molto elevata, ottenuta, o per effetto Joule mediante resistenze appropriate, o per effetto dell'arco voltaico fra elettrodi di carbone. I forni si possono distinguere in due classi: quelli chiusi e quelli aperti; ciascuna classe in due famiglie: quelli *a colata* e quelli *a blocco*. Sono *a colata* quei forni che contengono un foro, per cui la sostanza trattata, quando è liquida, può uscire colando. Sono *a blocco* quelli da cui si estrae la sostanza sotto forma di blocchi massicci da porte speciali, che si aprono nel forno stesso.

Sono chiusi i forni, in cui il laboratorio è completamente chiuso, tranne che in una piccola regione, da cui parte un tubo per l'uscita dei gas, che si sviluppano durante la reazione. Sono aperti quelli in cui tutto o quasi tutto il soffitto della camera della reazione è aperto, cosicchè ne escono e gas e fiamme e proiezioni incandescenti di materie solide. I forni chiusi e *a blocco* sono quelli di più complicata costruzione, sia per la difficoltà di costringere in un ambiente ristretto reazioni talvolta molto violente, e che avvengono a temperature superiori a quella di fusione di quasi tutti i corpi conosciuti, sia per le disposizioni della porta, donde i blocchi debbono essere estratti.

Al contrario, nei forni chiusi sono minori i disperdimenti del calore e quindi più alto è il rendimento, anche per la ragione, che talvolta per estrarre la sostanza fusa nei forni *a colata* bisogna sovrariscaldare la sostanza stessa oltre la temperatura della sua formazione.

Le parti essenziali di qualunque forno sono, come è facile immaginare, il recipiente o laboratorio chimico, dove avviene la reazione; le porte per l'immissione della sostanza da trattare; quelle per la sfuggita dei prodotti gassosi della operazione; il circuito della corrente e gli apparecchi misuratori e regolatori. La descrizione di queste varie parti non può certamente essere contenuta nei limiti di questa lettura.

Molte patenti sono state rilasciate tanto per i forni in complesso, quanto per le loro singole parti; ma pochi tipi effettivamente sono stati riconosciuti atti a funzionare bene nella pratica corrente. Questi sono i più semplici e quelli che contengono parti più facilmente e più economicamente ricambiabili.

Per riguardo poi al modo di agire della corrente, i forni oggi più diffusi non sono quelli a resistenza, cioè quelli in cui la corrente elettrica attraversa un conduttore solido, il quale, scaldandosi per l'effetto Joule, comunica il calore a sostanze che lo circondano, o esso stesso si trasforma chimicamente quando ha raggiunto una appropriata temperatura; ma quelli, in cui si utilizza il fenomeno dell'arco voltaico. In essi il funzionamento dell'elettricità è assai complesso. La corrente generalmente è condotta da un blocco di carbone artificiale; traversa una parte di sostanza già trasformata, che esiste dentro il forno, per lo più allo stato liquido o gassoso; salta ad un altro blocco di carbone, attraverso il quale abbandona il forno. Lo strato di sostanza, per lo più in polvere o in piccoli pezzi, che sta dirimpetto a questo secondo blocco, e che è quello che deve prender parte alla reazione, ha una superficie rapidamente fluttuante, o, dirò meglio, tumultuosa, come di sostanza vischiosa bollente, e questo accade per effetto di due cause: cioè dei gas, che si sviluppano durante la reazione chimica, la quale talvolta è una vera esplosione della miscela, che ha raggiunto una determinata temperatura; e dell'ebollizione, e talvolta della dissociazione violenta della sostanza trasformata. Qua e là pertanto si formano e si distruggono e variano di resistenza con rapida vicenda i contatti della sostanza con l'elettrodo; un arco scocca là dove un punto viene portato all'incandescenza per effetto del resistentissimo contatto o dove la corrente passa per conduzione semplice attraverso la sostanza liquida o dove un debole flusso di elettricità si propaga attraverso gas incandescenti. Il forno elettrico adunque non è, come si dice comunemente, un arco voltaico. Esso è il fascio di innumerevoli circuiti derivati fra gli elettrodi, alcuni dei quali contengono un arco voltaico, alcuni una resistenza di seconda classe, alcuni un gas incandescente; e tutti poi in serie con queste diverse accidentalità un conduttore non uniforme e variabile rapidamente, che è la miscela da trattare e il corpo prodotto: due sostanze prossime alla temperatura di fusione, nel cui seno continuamente si svolgono gas e vapori, ed avvengono fenomeni fisici di cambiamento di stato, fenomeni chimici di trasformazione e di dissociazione. Indice di questo fenomeno così complesso è l'incostanza di tutti i fattori della corrente elettrica: intensità, forza elettromotrice, potenza. E se talvolta gli strumenti indicano che uno di questi ele-

menti è costante, il fatto è sintomo sicuro, che il forno ha funzionato con bassissimo rendimento, come ordinaria lampada ad arco, e la potenza della corrente è stata impiegata non a produrre il lavoro chimico utile, ma a vaporizzare e dissociare la sostanza già trasformata e a disgregare il carbone elettrodo. Io ho verificato questo fenomeno assai spesso per essere sicuro di questa interpretazione. La quantità di prodotto che si ottiene da un forno elettrico è tanto maggiore quanto più incostanti sono stati durante il funzionamento l'intensità, la forza elettromotrice, il fattore di potenza della corrente alimentatrice.

Anche la temperatura del forno è evidentemente variabile a seconda del funzionamento. La massima ottenibile è quella corrispondente alla temperatura di sublimazione del carbone alla pressione ordinaria, come nelle ordinarie lampade ad arco; ma essa è raggiunta soltanto in alcune, talvolta assai limitate, regioni. Un eccessivo affollamento di materiale nuovo e freddo dentro il laboratorio del forno ne abbassa naturalmente la temperatura, come la scarsità di alimentazione in proporzione della potenza consumata avvicina la temperatura a quella massima raggiungibile.

Disciplinare e mantenere regolato il sistema conduttore del forno elettrico è il fattore principale del suo rendimento. Lo studio dei mezzi con cui questa regolazione può essere ottenuta, si deve fare rivolgendo il pensiero alle tre fondamentali operazioni che si debbono compiere nel forno stesso, e cioè l'immissione della sostanza da trattare, l'estrazione del prodotto ottenuto, il mantenimento della potenza elettrica.

Quanto all'immissione del miscuglio da trattare, l'ideale da raggiungere è che la quantità che giunge ogni unità di tempo sotto l'influenza dell'arco voltaico deve essere costante e proporzionata alla potenza disponibile nel forno. Ogni accumulo di materiale nelle regioni dell'arco produrrà, come dicevo testè, un raffreddamento del laboratorio chimico accompagnato sovente da rapida solidificazione della sostanza già trasformata. Accade anche che durante questa solidificazione una parte del miscuglio rimane imprigionata nella massa e inquina il prodotto. Ogni mancanza invece di materiale nella regione dell'arco, come parimenti dicevo testè, è causa che la potenza elettrica esuberante venga infruttuosamente impiegata o a sovrariscaldare la sostanza contenuta nel forno o a volatilizzare il carbone elettrodo come nelle ordinarie lampade ad arco.

Per precisare bene questo concetto, si può introdurre col Keller la definizione di densità di potenza di un forno, intendendo con ciò il

rapporto fra il valore medio della potenza della corrente alimentatrice durante una unità di tempo, e la quantità di materiale che durante quello stesso tempo si trova a subire l'azione della corrente stessa. Il compito della regolazione è appunto di mantenere costante e uguale al più appropriato valore questa densità di potenza. Nei periodi in cui il valore della densità è inferiore al giusto limite, la reazione avviene imperfettamente, e il prodotto è cattivo; nei periodi in cui esso è superiore al giusto limite, si sviluppa nel forno una eccessiva quantità di calore, e l'eccesso sovrariscalda e talvolta dissocia il prodotto ottenuto. Questo avviene spesso nella preparazione del carburo di calcio, il quale si forma ad una temperatura poco inferiore, e si dissocia ad una temperatura poco superiore a quella della sua fusione. Pertanto, adoperando una densità normale, si ha una massa di carburo non fluida, forse appena pastosa; adoperando una maggiore densità della normale, la massa fluida si sovrariscalda in alcune regioni e si dissocia. Si può, per esempio, fare questa esperienza: si faccia funzionare un forno a carburo per un certo tempo, finchè una notevole massa di carburo vi si è accumulata; poi, senza estrarre questo carburo prodotto e sospendendo l'alimentazione, si aumenti la potenza del forno e si mantenga questa maggiore potenza un tempo proporzionato: si potrà ottenere che il forno rimanga quasi vuoto. Il carburo si è dissociato dei prodotti della dissociazione, che sono calce e carbone: la prima è uscita dal forno sotto forma di vapore, che si andava condensando nelle regioni meno calde; il secondo, in parte trasformato in grafite, tappezza le pareti del forno, ed in parte trasformato in ossido grafitico giallo è uscito anch'esso pel camino.

Ma mantenere costante il numero di watt, mantenendo costante l'alimentazione, quando si adoperano correnti alternate, non vuol dire, come già sopra ho avuto occasione di accennare, mantenere costante la forza elettromotrice a parità d'intensità o l'intensità a parità di forza elettromotrice. Il fattore di potenza non è costante durante l'operazione. Io, sperimentando con un forno alimentato da una dinamo sola mantenuta in moto da una turbina, tentando di regolare in modo che tutta la potenza disponibile fosse utilizzata, rammento di aver veduto crescere l'intensità ed il potenziale oltre il valore normale, e ancora crescere notevolmente la velocità della turbina a parità d'acqua consumata. Il fattore di potenza pertanto può in qualche momento essere molto piccolo; invece il suo valore normale dipende naturalmente dalle operazioni chimiche che avvengono nel forno. Esso è circa 0,9 nei forni a carburo di calcio. Collocando un wattometro dinanzi l'operaio, che regola il forno, ed obbligandolo a spostare gli

elettrodi così da ottenere che il wattometro dia una indicazione costante, sarà soddisfatta una condizione per mantenere costante la densità dei watt. Non adoperando speciali apparecchi, ogni forno esige la presenza continua di un manovratore; ma è anche possibile riunire in un centro unico gli apparecchi di regolazione; per esempio, facendoli muovere da motorini elettrici, i cui commutatori per il cambiamento di marcia sieno avvicinati in un unico quadro; e in tal caso un uomo solo, valendosi delle due mani, può già mantenere continuamente in moto gli apparecchi di due forni; e poichè in questa regolazione momenti di riposo si possono interpolare tra momenti di movimento, può benissimo un solo operaio mantenere regolati quattro e forse anche sei forni.

Non è invece altrettanto facile ottenere che sia soddisfatta la seconda delle condizioni necessarie per avere una costante densità di watt, e cioè che sia mantenuta costante, non la quantità di materia, che ogni unità di tempo si introduce nel forno, ma la quantità di materia, che ogni unità di tempo va a subire sotto l'influenza dell'arco l'operazione elettrotermica. Sotto questo punto di vista i forni elettrici attendono ancora notevoli perfezionamenti.

Due sono gli indici del buon funzionamento di un forno: esso deve produrre il massimo peso di sostanza con una data potenza; esso deve fornire un prodotto di buona qualità, impiegando i componenti della materia prima nelle proporzioni esatte che dalla reazione chimica sono richieste. Ho verificato sovente che si può ottenere buon carburo di calcio, per esempio, anche adoperando una miscela contenente un eccesso o di calce o di carbone. Il corpo in eccesso o volatilizza o si trasforma chimicamente a spese di una parte della potenza, che viene così inutilmente consumata.

Un altro indice secondario, e che è conseguenza dei precedenti, si ha nei forni *a blocco*, donde talvolta insieme col blocco della sostanza trasformata si estrae una massa di miscuglio incandescente, che non ha preso parte alla trasformazione, ma che è stato scaldato dalla corrente elettrica, la quale ha dovuto impiegare in questa operazione inutile una parte della sua potenza.

Quanto al valore quantitativo di una non perfetta regolazione o alimentazione dei forni, io non esito a dire che esso è molto grande. Non è difficile, influendo o sull'alimentazione o sulla regolazione, ottenere quantità di prodotto variabili da uno a due: qualità di prodotto che vanno dal 50 al 95 per cento di sostanza pura. E il massimo limite del rendimento in quantità, per esempio, di carburo di calcio prodotto con una data potenza probabilmente è assai superiore a quello che attualmente si raggiunge nelle fabbriche.

Il rendimento in energia del forno, considerato come macchina trasformatrice dell'energia elettrica in energia termica, va considerato anch'esso dal punto di vista del ragionamento precedente.

Lo definiremo, secondo il solito, come il rapporto fra la quantità di calore equivalente alla potenza della corrente, e quella utilizzata nelle azioni termiche e nelle reazioni chimiche. Se come denominatore di questo rapporto noi assumiamo la quantità di calore che viene consumata in tutte le azioni termiche e reazioni chimiche che avvengono nel forno, esso è un numero molto elevato. Infatti, considerando il fenomeno in questo senso, non si hanno altre perdite che quelle per irraggiamento e per convezione dalle pareti, le quali hanno una superficie poco estesa in confronto della quantità di calore, che si sviluppa fra esse, e possono essere abbastanza bene protette dal disperdimento. Mi riferisco, per un esempio, a forni chiusi con involucro doppio, che possono consumare anche 300 cavalli, e le cui pareti hanno l'estensione di 20 mq. La loro temperatura di regime non va certamente 50° al disopra di quella dell'ambiente. Ammesso che sia 6 il coefficiente di conduttività esterno di queste pareti, che sono di muratura ordinaria, la quantità di calore che esse possono disperdere in un'ora, è solamente $20 \times 6 \times 50 = 6000$ calorie, mentre quella equivalente alla potenza della corrente durante lo stesso tempo è di 190500 calorie. Il rendimento in questo senso sarebbe superiore al 96 %. Nessun forno non elettrico può certamente avere un rendimento così elevato. Ma il rendimento calcolato in questo senso è un solo fattore del coefficiente di effetto utile dell'energia elettrica. L'altro fattore è il rapporto fra la somma delle azioni termiche e delle reazioni chimiche utili per la trasformazione che si vuole produrre (e questo ci viene insegnato dalla termochimica, benchè esperienze complete manchino ancora) e la totale somma delle azioni termiche e delle reazioni chimiche che avvengono nel forno. Le azioni e le reazioni utili sono lo scaldamento delle materie prime che prendono parte alla reazione chimica, essendo questo scaldamento limitato ad una temperatura non superiore a quella alla quale la combinazione chimica avviene e questa combinazione chimica stessa; le azioni termiche e le reazioni chimiche parassite sono lo scaldamento di altre materie prime, che non arrivano alla temperatura sufficiente per combinarsi: il sovrariscaldamento, l'ebollizione e la dissociazione della sostanza combinata. Il rapporto fra la quantità di calore impiegato per le azioni termiche e reazioni chimiche utili e la totale quantità di calore impiegato in tutte le azioni e le reazioni è il rendimento della regolazione del forno. Esso può essere molto basso, ed è l'elemento

al quale deve essere rivolta l'attenzione dei tecnici. Il prodotto di questo rapporto per il rendimento termico, di cui abbiamo discusso prima, è il coefficiente di effetto utile del forno elettrico.

Un'altra considerazione generale sui forni elettrici proviene dall'esame del prezzo dell'energia tecnica che essi permettono di utilizzare. Rammentando che un cavallo-ora equivale a 635 calorie; ammettendo che un impianto idroelettrico possa funzionare regolarmente 340 giorni e 340 notti dell'anno, si deduce che con un cavallo elettrico annuo si possono sviluppare 5181600 calorie, quante nascono dalla combustione completa di 647 chilogrammi di un buon combustibile fossile. Se questo costasse L. 50 la tonnellata, il prezzo equivalente dell'energia elettrica dovrebbe essere L. 32,35. Teniamo pur conto del fatto che il rendimento di un forno elettrico può essere più elevato di quello di un forno ordinario. Facciamo salire a 0,9 il rendimento di un forno elettrico; scendere a 0,75 quello di un forno ordinario, e moltiplichiamo per $\frac{0,9}{0,75}$ il prezzo di L. 32,35: otteniamo

circa L. 39. Questo numero definisce il valore di un forno elettrico considerato semplicemente come apparecchio di riscaldamento. Anche impianti colossali fatti sotto le maggiori cadute naturali (lo che sovente è collegato a condizioni di ubicazione e di trasporto, che fanno spendere per altra via) non sarebbero remunerati bene, se non rendessero più di L. 39 per cavallo elettrico impiegato per tutte le 24 ore di un intero anno. Io penso che anche chi non ha il conforto di un'anima da poeta, dichiarerebbe di preferire a queste condizioni che le cascate d'acqua continuassero ad animare le nostre valli, verso cui volgono continuamente i forestieri di tutto il mondo in pellegrinaggio di ammirazione delle bellezze naturali del nostro Paese. O può almeno certamente essere affermato che prima di decidere l'utilizzazione di una caduta d'acqua colla previsione di così modesto beneficio, dovrebbe essere stato dimostrato che non esistono altre più remuneratrici applicazioni dell'elettricità. Mi pare quindi lecito concludere, e così anche chiudo la prima parte della lettura, che, fintanto che ulteriori progressi non abbiano ancora ridotto il prezzo unitario del cavallo elettrico, (l'elettrotecnica stessa con sua sorella l'elettrochimica ci potrà fornire i materiali delle macchine a prezzi più miti degli attuali), il forno elettrico deve essere riservato a quelle trasformazioni fisiche e chimiche, e non sono poche, che non possono ottenersi con altri mezzi, o perchè esigono elevatissime temperature, o perchè esigono che il calore si sviluppi e con grande uniformità e nel seno stesso della massa da scaldare e senza l'inquinamento di prodotti di combustione,

Desidero ora di fare una rapida rassegna dei corpi che si fabbricano con i forni elettrici. Finora la serie più numerosa di essi è quella dei carburi. Davy nel 1836 e Wöhler nel 1861 ottennero per primi e per vie diverse quello di calcio; Berthelot nel 1866 ottenne quello di sodio e Maquenne nel 1892 quello di bario. Dopo quest'epoca rapidamente, sopra tutto per opera di Moissan, furono ottenuti quelli di litio, di stronzio, di ittrio, di torio, di cerio, di lantanio, di manganese, di uranio, di alluminio, di molibdeno, di tungsteno, di neodimio, di praseodimio, di samario, di ferro, di cromo, di zirconio.

Quello di calcio, come è noto, è quello che ha dato origine alla più diffusa industria elettrotermica. Esso viene preparato specialmente per ottenere l'acetilene a scopo di illuminazione. Per effetto dell'elevato potere luminoso di questo gas, la trasformazione dell'energia elettrica in energia luminosa attraverso la trasformazione complessa della potenza elettrica in potere calorifico per avere carburo, della decomposizione chimica del carburo per ottenere acetilene e della combustione dell'acetilene per ottenere finalmente la luce, ha tuttavia un rendimento non molto inferiore a quello della diretta trasformazione dell'energia elettrica in energia luminosa mediante l'incandescenza dei filamenti di carbone. Ammettendo che con un cavallo elettrico si producano 210 candele di luce e che il rendimento complessivo di un trasporto di forza alle medie distanze che si hanno in pratica sia il 70 %, risulta che con un cavallo elettrico nell'officina generatrice si possono ottenere 147 candele di luce.

Invece, come abbiamo già detto, con un cavallo elettrico annuo si può fabbricare almeno tanto carburo quanto basta per mantenere accesa per altrettanto tempo una lampada da 50 candele. Ma ben più favorevole è il confronto se si pensa che il carburo di calcio è anche un accumulatore della luce. La durata annua di accensione di una lampadina non raggiunge in media 1000 ore. Questa durata è forse maggiore negli impianti *à forfait*, ma è molto inferiore negli impianti a contatore. Invece con il carburo fabbricato mediante la utilizzazione di un cavallo elettrico annuo si tengono accese 50 candele per un tempo più che otto volte maggiore. Si possono veramente collocare accumulatori elettrici anche per la luce; ma allora si introducono nel sistema altri rendimenti molto bassi e si aumenta assai notevolmente il prezzo dell'impianto. Soltanto non desidero che a questa semplice osservazione possa venire attribuito alcun valore diverso da quello che le può derivare, considerando la trasformazione delle energie in luce dal solo punto di vista della filosofia naturale. Tanto la luce elettrica quanto quella dell'acetilene hanno particolari qualità positive

e negative, per le quali ciascuna, come la storia dimostra che è avvenuto di tutte le luci a cominciare da quella della candela, ha il proprio e vasto e sempre crescente campo di applicazioni.

Ad altre applicazioni del carburo di calcio è stato poi pensato: tra cui la produzione del nero fumo e la fabbricazione dell'alcool. Io credo che la prima potrà in certe condizioni svilupparsi per l'ottima qualità del nero fumo, che può ottenersi facendo esplodere in ambiente chiuso e sotto pressione il gas acetilene. Sulla fabbricazione dell'alcool e di altri composti organici mediante l'acetilene discutono ancora gli scienziati: non può quindi per ora parlarsi d'applicazioni industriali.

Un altro carburo, che si prepara industrialmente soltanto da pochi mesi, è quello di bario. Analogo a quello di calcio per struttura, è un prodotto intermedio nella fabbricazione dell'idrato di bario, sostanza largamente impiegata nell'industria dello zucchero.

Gli altri carburi danno in presenza dell'acqua una miscela di vari gas (etilene, acetilene, metano, idrogeno) tranne quello di litio, che dà anche acetilene puro e in quantità maggiore di qualunque altro per unità di peso, cosicchè dove fossero diffusi e a buon mercato i sali di litio, potrebbe essere preferito a quello di calcio.

Un'altra classe di corpi che si fabbricano al forno elettrico sono i siliciuri. Quelli ottenuti finora sono quelli di carbone, di cromo, di ferro, di rame, di calcio, di bario, di stronzio. Quello di carbone fu scoperto nel 1890 da Acheson e la sua fabbricazione costituisce ormai una fiorente industria. L'applicazione pratica di questo nuovo corpo è quella di sostituirlo allo smeriglio nella pulitura dei pezzi metallici, perchè collo stesso peso di sostanza in metà tempo si può pulimentare una superficie otto volte maggiore. Esso viene preparato con un forno a resistenza da una miscela di coke in polvere, carbone di legna in polvere e silice, che circonda un cilindro di coke in pezzi, attraverso cui passa la corrente elettrica. Alimentata dalla corrente ricavata dal grandioso impianto del Niagara, esistono forni da 1000 cavalli, la cui corrente attraversa un cilindro di carbone lungo m. 3 del diametro di cm. 12 ed ha una forza elettromotrice variabile durante l'operazione, che dura 36 ore da 100 a 250 volt. Sono state prodotte nel 1891, 104; 1896, 536; 1897, 564; 1898, 725; 1899, 1000 tonnellate di questo corpo. Fabbriche di carborundum sono anche a Benateck a La Bathie (Savoia).

I siliciuri di calcio, bario e stronzio sviluppano idrogeno in contatto con l'acqua e quindi per le preziose proprietà di questo gas potranno forse trovar presto larga applicazione.

Il ferro forma col silicio diverse combinazioni chimiche probabilmente corrispondenti alle quattro formule Si^2Fe , SiFe , Si^2Fe^3 , SiFe^2 .

Aveva ottenuto per primo il composto SiFe il Fremy per effetto dell'azione del cloruro di silicio sul ferro portato al rosso: aveva indicato per primo il composto SiFe^2 Hahn e lo ha poi poco dopo fabbricato il Moissan nel forno elettrico. I ferri-silicio molto ricchi in silicio, che si usano nella metallurgia del ferro, sono, secondo Chalmot, miscugli in varia proporzione del sesquisiliciuro e del bisiliciuro. I siliciuri di rame e di cromo sono corpi analoghi a quello del ferro. Il ferro silicio al 16 % e quello al 33 % e anche il manganese silicio sono già correntemente fabbricati dalla « Société néométallurgique »; il ferro silicio è fabbricato anche dalla « Société générale d'électrochimie ». A proposito di leghe accennerò pure a quella dell'alluminio col ferro, che si può preparare al forno elettrico, e che è adoperata in qualche luogo nella metallurgia del ferro. Se questa applicazione prendesse sviluppo, essa potrebbe certamente dare origine ad una grande industria, anche in Italia, dove, come recenti scoperte hanno dimostrato contrariamente a quanto era stato detto fino a poco tempo fa, esistono ampi giacimenti di bauxite.

Così si preparano al forno elettrico i boruri di silicio e di calcio e il boruro di carbonio, che Wöhler e Deville prepararono nel 1857 e che, essendo un corpo più duro dello stesso diamante, potrà forse trovare applicazioni anche industriali.

Accennerò poi appena ai boruri di nikel e di cobalto; agli azoturi di magnesio e di litio, agli arseniuri di sodio, di stronzio, di calcio e di bario, ai fosfuri di stronzio, di bario, di cromo, di nikel e di cobalto, all'antimoniuro di sodio e ad altri corpi non ancora usciti dal laboratorio del chimico puro.

Accennerò finalmente a tre industrie elettrotermiche, che sono ancora allo studio, ma che possono rapidamente conquistare un campo vasto di applicazioni: sono quelle del vetro, del ferro e della grafite.

Un italiano, il Garutti, noto per i suoi studi sull'elettrolisi dell'acqua, aveva già pensato di fabbricare il vetro con un forno alimentato dall'idrogeno ottenuto per via elettrochimica. Il suo pensiero conduceva naturalmente ad una più diretta applicazione della corrente elettrica, ed oggi sono stati già immaginati e patentati parecchi forni destinati alla produzione del vetro mediante fusione diretta delle polveri ottenuta con l'arco voltaico. So che a Colonia uno di questi forni funziona già da un certo tempo; ma non conosco alcuna notizia precisa in proposito. Questi vari apparecchi si assomigliano assai fra loro. La miscela da fondere cammina lungo una strada inclinata e passa successivamente attraverso parecchi archi voltaici, che la scaldano vieppiù, cosicchè essa abbandona l'ultimo arco, quando è già ben fusa. Cade

allora in un bacino, dove si raccolgono nel fondo le materie più pesanti, mentre le più leggere sfuggono attraverso uno sfioratore. Quelle di media densità costituiscono il vetro fuso esente dalle sostanze inquinanti provenienti dal contatto con i carboni elettrodi, che possono essere dalle sabbie anche chimicamente intaccati. Basta pensare all'enorme consumo annuale di vetro, che si ha nel mondo, per immaginare quanto vasta applicazione delle operazioni elettrotermiche sarebbe questa della produzione del vetro, se mediante l'arco voltaico potesse veramente essere ottenuto di buona qualità e a miglior prezzo, lo che non è ancora dimostrato, e contro la quale affermazione mi pare anzi che dubbi gravi possono sollevarsi.

L'industria del ferro, cioè la preparazione delle varie qualità di ferro dai minerali mediante il forno elettrico, è pure argomento cui è rivolta l'attenzione degli elettrotermici. Le considerazioni, che ho fatto nella prima parte della lettura, sull'alto prezzo del calore ottenuto colla corrente elettrica, sconsigliano veramente in modo definitivo dal tentare, almeno per ora, le applicazioni del forno elettrico per compiere operazioni, che si fanno bene anche con i combustibili ordinari (estendo anche al vetro questa osservazione). Ma, se non il ferro comune, molte speciali leghe, che oggi si cominciano ad adoperare su vasta scala, come certi acciai contenenti altri metalli molto duri e poco fusibili e che si ottengono appena col voluto grado d'omogeneità alle temperature dei forni ordinari, potranno probabilmente essere ascritte un giorno nella schiera dei prodotti elettrotermici.

La grafite si fabbrica già in larga scala elettrotermicamente in America. Con questo nome si raggruppano, come è noto, vari stati del carbonio o forse molti composti del carbonio, come pensa qualche chimico moderno, il quale riterrebbe che solamente il diamante sia l'elemento carbonio. I bellissimi studi del Moissan sugli stati del carbonio hanno dimostrato poi che ognuna delle varie operazioni mediante le quali si può ottenere che il carbonio cristallizzi, conduce a diverse varietà di grafite. Queste operazioni sono le seguenti:

1° L'utilizzazione della facoltà che hanno alcuni metalli fusi di sciogliere una quantità di carbone variabile colla temperatura. Basta a tale scopo di saturare di carbone il metallo dopo averlo portato ad una temperatura molto elevata, ed attendere che, raffreddandosi, ceda una parte del suo carbone, il quale si presenterà sotto forma cristallina;

2° Il riscaldamento colla corrente elettrica di un miscuglio di carbone e di un ossido metallico. Per esempio, scaldando allumina e carbone, si comincia a formare carburo di alluminio, che ad una temperatura più elevata si dissocia in alluminio che si ossida al contatto dell'aria e grafite;

3° Lo spostamento del carbone sciolto da un metallo mediante un altro corpo, che sia più avido di sciogliersi in quel metallo;

4° La condensazione dei vapori di carbonio dell'arco voltaico;

5° Il riscaldamento al forno elettrico del diamante.

Ma le varie qualità di grafite che si ottengono con le diverse operazioni hanno caratteri chimici diversi. Così, p. es., dal carburo di alluminio per dissociazione si ha una grafite in piccoli cristalli molto brillanti, che si gonfia quando è trattata con l'acido nitrico, ed al primo attacco con il miscuglio ossidante si trasforma in ossido grafítico; dall'argento per raffreddamento si ha una grafite che si trasforma in ossido grafítico solamente al sesto attacco col miscuglio ossidante; dal carburo di manganese si ha una grafite, che si trasforma in ossido al terzo attacco; dal carburo di nikelio una grafite, che si trasforma in ossido al secondo attacco. La ghisa di ferro scaldata a 1175° dà una grafite, che non si gonfia all'acido nitrico, ma si trasforma in grafite, che si gonfia, se viene scaldata al forno elettrico. Bastano questi esempi a dimostrare l'importanza tanto teorica quanto pratica di questi nuovi studi sulla grafite. Acheson ne produce in America, scaldando alcune qualità di carbone in presenza di ossidi metallici ad un forno elettrico alimentato da una corrente di 14000 ampère, con una forza elettromotrice di 12 volt. La maggiore applicazione della grafite è quella della preparazione degli elettrodi, che si adoperano nelle operazioni elettrotermiche ed elettrochimiche. Il consumo di questi nel mondo ormai è tale che ogni progresso nella loro fabbricazione è un progresso di tutte le industrie elettrochimiche ed elettrotermiche.

Così le industrie elettrotermiche, con i loro forni elettrici, alcuni dei quali ormai giganteschi, paiono veri lembi di sole involati e costretti nei laboratori delle industrie chimiche, si perfezionano e si completano a vicenda, e l'ingegno umano sta innalzando a sè stesso uno di quei meravigliosi monumenti, che rappresentano la concezione di pochi genii, l'opera indefessa di molti lavoratori, il beneficio sempre maggiore dell'infinita umanità ammirante e grata.

N. 36.**UNITÀ RAZIONALI DI ELETTROMAGNETISMO****LETTURA***dell'Ingegnere GIOVANNI GIORGI**all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 Ottobre 1901.*

1. — La questione della « razionalizzazione delle unità elettromagnetiche » fu sollevata per la prima volta in Inghilterra; e in Inghilterra e in America ha suscitato vivo interesse; e i nomi più insigni nella scienza e nella tecnica l'hanno illustrata col contributo dei loro lavori.

Fra gli elettricisti del Continente sembra invece che finora questi studi non siano arrivati a destare eco sensibile. Anche in Italia la questione è rimasta generalmente inosservata; credo quindi non potermi dispensare da qualche cenno storico e illustrativo, prima di esporre le idee che formano l'oggetto del presente lavoro.

*
* *

2. — Oliver Heaviside formulò per primo la « teoria della razionalizzazione ». Le sue deduzioni si possono riassumere come segue:

In molte formule di elettricità e magnetismo compare un 4π là dove non si tratta di questioni relative, nè a circoli, nè a cilindri, nè a sfere.

Per esempio:

a) Capacità di un condensatore piano, con un dielettrico di area Σ , di spessore s e di costante dielettrica κ :

$$K = \frac{\kappa}{4\pi} \frac{\Sigma}{s}$$

b) Intensità del campo elettrostatico presso la superficie di un conduttore carico con la densità superficiale σ :

$$E = 4\pi\sigma$$

anche se la superficie è interamente piana;

c) Relazione caratteristica in un punto di un mezzo magnetico :

$$B = H + 4\pi J$$

d) Forza magnetomotrice di una corrente elettrica, d'intensità I :

$$M = 4\pi I,$$

e questa formula, notiamo bene, si applica anche a casi che non hanno riferimento a linee circolari o rientranti (per esempio, alla propagazione delle onde elettromagnetiche piane);

e) Equazione di Poisson:

$$\Delta^2 V = 4\pi \rho$$

f) Lavoro di magnetizzazione per unità di volume di un mezzo:

$$dw = \frac{1}{4\pi} H dB$$

g) Lavoro di elettrizzazione per unità di volume di un mezzo:

$$dw = \frac{x}{4\pi} E dE$$

e così in molti altri esempi ben noti.

3. — Chi studia per la prima volta tutte queste formule, deve credere che il 4π è un fattore misteriosamente radicato nell'intima natura dei fenomeni elettromagnetici; per modo che se un giorno non esistessero più nè circoli, nè cilindri, nè sfere, si definirebbe 4π , misurando il lavoro di magnetizzazione di un prisma d'acciaio, o la capacità di un condensatore ad armature piane.

Se non vogliamo accettare questa strana conclusione, dobbiamo ammettere che la definizione di qualche unità fondamentale è stata viziata da irrazionalità, includendo un 4π fuori di luogo.

La così detta razionalizzazione delle unità consiste appunto nell'eliminare questo fattore estraneo.

4. — Heaviside ha indicato l'origine del fattore irrazionale, risalendo alle definizioni fondamentali di elettrostatica e di magnetismo.

Le unità fondamentali di massa elettrica e magnetica sono state entrambe dedotte dalla formula di Coulomb, scritta in questa guisa:

$$F = \frac{m m'}{r^2}.$$

Ora, nell'eguagliare convenzionalmente a uno il coefficiente di proporzionalità che figurerebbe in questa formula, è stata commessa una doppia omissione.

In primo luogo l'omissione di un fattore *fisico*, e cioè rispettivamente la costante elettrica o quella magnetica dell'etere libero. Ma siccome due convenzioni simultanee sulle due costanti non erano compatibili, l'omissione venne presto in luce per la discrepanza fra i così detti *sistema elettrostatico* e *sistema elettromagnetico* di misure.

In secondo luogo, l'omissione di un fattore *matematico*; e questo è precisamente il 4π che ora ci preoccupa.

5. — Per non aver a che fare col fattore fisico, scriviamo la formula di Coulomb in modo da esprimere l'induzione B a distanza r da una massa elettrica o magnetica m :

$$B = \frac{m}{r^2},$$

equazione indipendente dalla costante del mezzo.

Ora, perchè l'induzione è inversamente proporzionale al quadrato della distanza?

Perchè dalla massa emana un flusso d'induzione, il cui valore totale Φ si conserva invariato a qualunque distanza; e in un mezzo isotropo irradia ugualmente in tutte le direzioni. Così, a distanza r , il flusso Φ si trova ripartito uniformemente sopra una superficie sferica di area $\Sigma = 4\pi r^2$; l'induzione specifica su quella superficie è quindi:

$$B = \frac{\Phi}{\Sigma} = \frac{\Phi}{4\pi r^2}.$$

In altre parole, l'induzione si distribuisce nello spazio secondo la stessa legge che vale per la velocità di un fluido incompressibile. La massa non è che una sorgente d'induzione, e corrisponde quindi a una sorgente di fluido, collocata in un punto dello spazio.

Ora, eguagliare a uno il coefficiente della formula di Coulomb, significa assumere come misura di una massa l'induzione esercitata a distanza uno. Ma la misura più naturale della potenza di una sorgente non è la velocità impressa al fluido a distanza uno, ma bensì la portata totale della sorgente stessa. Così la misura razionale di una massa elettrica o magnetica è semplicemente il flusso totale d'induzione che da essa emana; e come unità razionale di massa si deve assumere quella che mantiene l'induzione uno, non più alla *distanza uno*, ma sopra una superficie di *area uno*.

Con questa correzione, la formula di Coulomb razionalizzata diviene:

$$B = \frac{m}{\Sigma} = \frac{m}{4\pi r^2},$$

in contrapposto con quella irrazionale :

$$B = \frac{m}{r^2} = 4\pi \frac{m}{\Sigma}$$

Dalla formula irrazionale deriva il sistema ordinario di misure, le quali, per distinguerle da quelle razionali, si potrebbero chiamare *misure sferiche*.

Tutte le misure sferiche contengono un 4π superfluo, che ricompare sotto forma di fattore nelle formule. E questo fattore si elimina correggendo, come abbiamo visto, le unità di massa elettrica e magnetica, e quindi tutte le unità derivate.

*
* *

6. — Le prime ricerche di Heaviside sulle unità razionali risalgono al 1882-83; fra i più antichi partigiani delle stesse sue idee credo potere enumerare *Fitzgerald* e *Fleming* in Inghilterra e *Fessenden* in America.

Heaviside completò questi studi nel 1891, ed avendo definitivamente adottato un sistema completo di formule razionalizzate nella sua opera magistrale *Electromagnetic Theory*, dimostrò con l'esempio pratico l'importanza della riforma. La simmetria e semplicità delle formule non solamente gli permisero di mettere in evidenza nuove relazioni, ma lo condussero a rettificare un errore commesso da Maxwell nel formulare la seconda delle sue classiche equazioni generali del campo elettromagnetico.

Allora la teoria delle misure razionali attrasse presto attenzione.

Nel 1892, *Lodge* investigò ancora la questione, confermando i risultati di Heaviside; e *Larmor* ebbe occasione d'illustrarli nei suoi studi interessanti sulla teoria dinamica dell'etere. Per altra via furono confermati ancora da *Williams* in base alla sua teoria sulle dimensioni.

E non mancarono altri studi illustrativi sull'argomento. Ma le basi scientifiche su cui si fonda il principio della razionalizzazione sono così indiscutibili, che esso non aveva bisogno di ulteriore conferma. E nessuno, che io sappia, pensò a contestarlo, o trovò difficoltà ad ammetterlo in teoria.

7. — Se la riforma delle misure elettromagnetiche non presentava ostacoli in astratto, uno scoglio davvero non lieve si presentava di fronte al sistema di unità pratiche, ormai sancito dalle convenzioni e dall'uso. E su questo punto i pareri differivano di molto.

Heaviside veramente non esitava nemmeno riguardo alla riforma pratica. La riforma, egli sosteneva, sarà presto o tardi inevitabile; il meglio è che si metta in effetto immediatamente: il fattore 4π è conosciuto con qualsivoglia numero di cifre decimali; quindi si formi un nuovo volt, un nuovo ohm, un nuovo ampère, ecc., e le antiche unità scompariranno presto dall'uso.

Questa proposta radicale trovò oppositori e seguaci. Gli ultimi insistevano affinchè l'Associazione Britannica, autrice e storicamente responsabile del sistema di unità in uso, prendesse anche l'iniziativa della riforma.

Sembra che queste idee finissero per ottenere molto favore, perchè l'Associazione Britannica dopo qualche tempo prese in considerazione la proposta.

La discussione all'Associazione si fondò sopra una relazione di Lodge, e in essa emersero le opinioni di *S. P. Thompson*, *J. Perry*, *Tremlett Carter*, decisamente fautori della riforma immediata, mentre *Ayrton*, *Bedell*, *Everett*, *Lodge* ed altri erano favorevoli in principio, ma proponevano differire a miglior tempo ogni decisione. E questo parere prevalse.

8. — Successivamente, scrissero sull'argomento *F. G. Baily*, che in alcuno dei suoi suggerimenti mostrò di trovarsi per il primo sulla vera via pratica; e *J. J. Thomson* e *Hawkins*, quest'ultimo nuovamente in appoggio alla proposta di Heaviside.

Gli ultimi e più importanti lavori sono quelli di Fessenden (1) e di Fleming (2); il primo proponendo di ottenere il risultato con una riforma parziale di unità, il secondo confermando la stessa proposta, e corredando il suo studio con interessanti sviluppi. Avrò occasione più oltre di ritornare sulle conclusioni di questi autori.

9. — Fin qui, la storia del lavoro compiuto. Essa dimostra il generale consentimento in favore del principio teorico della razionalizzazione, e nel tempo stesso la difficoltà incontrata nell'applicarne in pratica le conseguenze.

Esporrò ora come, a mio avviso, si può considerare la questione da un punto di vista più generale e ricavarne una soluzione che mi sembra sarebbe da ritenere come definitiva.

(1) « The El. World. », 9 dicembre 1899.

(2) « The Electrician », 29 dicembre 1899 e segg.

*
* *

10. — Quando Gauss gettò le basi del primo sistema assoluto di misure, difficilmente avrebbe potuto immaginare a quale eterogeneo edificio esse avrebbero un giorno servito di fondamento.

Noi abbiamo, è vero, un sistema assoluto C. G. S., ma esso si scinde in due altri, uno « elettrostatico » e uno « elettromagnetico », entrambi promiscuamente ammessi nello studio matematico della teoria.

In pratica poi, le unità di questo doppio sistema, anche quelle meccaniche, sono risultate tutte di grandezza così anormale, che ad eccezione proprio delle tre fondamentali e di qualche unità magnetica, nessuna si è introdotta in uso, non solo nella tecnica, ma nemmeno nelle misure scientifiche e di laboratorio.

Le misure meccaniche si trattano come se il sistema assoluto non esistesse. Per alcune misure elettriche è stato coniato un gruppo di « unità pratiche », le quali sono esclusivamente derivate da quelle di definizione elettromagnetica, e non solamente non si poterono ridurre a sistema assoluto, ma nemmeno estendere a tutte le diverse misure elettriche, per non implicare unità di lunghezza e di massa di valore impossibile.

Il risultato è, che mentre da una parte le formule si scrivono sempre con sottinteso riferimento a un sistema assoluto, alcune volte elettrostatico, alcune volte elettromagnetico, dall'altra si misurano, per es., le forze elettromotrici in volt, le lunghezze in metri, o centimetri, o millimetri, le forze in chilogrammi, le masse in chilogrammi esse pure, le velocità in metri per secondo, le intensità magnetiche in unità C. G. S., le potenze in watt, e così via; e quando nelle formule si tratta di sostituire i valori numerici, bisogna pure chiamare in soccorso quei coefficienti 10^8 , 10^9 , g^{-1} , 3×10^8 , ecc., necessario, ma non grato compimento di tutta l'incongrua costruzione.

11. — Intanto si può osservare almeno questo: Poichè il disaccordo fra le formule della teoria e le misure della pratica è ormai così completo, non ci deve essere più timore di accrescerlo, e nessuna esitazione deve trattenerci dal razionalizzare almeno in modo rigoroso le prime; perchè, se la conseguenza della riforma sarà anche di dovere alterare tutti i lamentati coefficienti in proporzione di 4π , o di qualche altro fattore, non ne verrà danno di sorta.

Fermiamoci dunque anzitutto sul problema della razionalizzazione in teoria, e discutiamolo a fondo. Secondo me, questo problema è

connesso così naturalmente con quello dell'unificazione fra misure elettrostatiche ed elettromagnetiche, che non vedo come si possa fare a meno di considerarli in uno solo. La questione si presenta allora sotto un aspetto nuovo, ma in un campo più esteso, e si moltiplicano anche le vie d'uscita.

Anche senza riferimento a nessuna scelta particolare di unità di misura, possiamo determinare i fondamenti e lo schema di un sistema scientifico, il quale sia non solamente libero dal 4π , ma contemporaneamente elettrostatico ed elettromagnetico.

In confronto solamente a questo schema, potremo sottoporre ad una analisi rigorosa la questione della riforma, sia delle unità pratiche, sia delle unità scientifiche di misura.

12. — I sistemi attuali di misure scientifiche sono dedotti dalle due formule di Coulomb, trascurando il fattore matematico e l'uno o l'altro dei due fattori fisici.

Per formare il vero sistema razionale, dobbiamo invece tener conto del 4π e delle due costanti fisiche dell'etere.

Attribuire a una di esse il valore uno, ha potuto sembrare una semplificazione. Invece, non solamente l'edificio costruito su questa base è necessariamente dissimmetrico, ma la voluta semplificazione non serve ad altro che a favorire un equivoco: quello di confondere quantità fisiche, per esempio, la forza e l'induzione magnetica, la cui natura è altrettanto distinta, quanto lo possono essere la f. e. m. e la corrente elettrica in un circuito conduttore di resistenza uno.

Vi è dunque ogni fondata ragione affinché la costante elettrica e la costante magnetica dell'etere siano entrambe misurate da numeri diversi da uno.

Ma rinunciando ad attribuire valori particolari a queste costanti, le formule di Coulomb lasciano pienamente indeterminata la scelta di qualsiasi particolare unità. Ed è in ben altre relazioni, e più importanti, e più fondamentali, che noi dobbiamo cercare la base necessaria di un sistema razionale di elettromagnetismo.

*
* *

13. — Ogni fenomeno elettrico o magnetico, anzitutto, dev'essere considerato alla stregua di quei principii generali di dinamica che regolano la manifestazione di qualunque fenomeno fisico.

Nel linguaggio della dinamica generalizzata di Lagrange, si chiama *spostamento* la variazione di una qualunque delle variabili indipendenti

che determinano lo stato di un sistema fisico. Non vi è fenomeno senza trasformazione di lavoro. Quindi ogni spostamento è accompagnato da un lavoro, e si chiama *forza* associata allo spostamento, il coefficiente che moltiplica lo spostamento stesso nell'espressione dell'elemento di lavoro.

In questo ordine di idee si chiama *velocità* la variazione dello spostamento per unità di tempo. Il prodotto della velocità per la forza corrispondente dà il lavoro compiuto per unità di tempo, cioè la cosiddetta *attività* della forza.

Queste idee si applicano direttamente ai circuiti elettrici e magnetici, che vogliamo ora considerare come elementi fondamentali.

14. — In un sistema elettrico, per esempio un *circuito elettrico*, la variabile indipendente è la quantità d'elettricità q trasportata attraverso il circuito; onde sarà dq lo spostamento elementare, e $\frac{dq}{dt} = i$ la velocità dello spostamento, che si chiama *corrente elettrica*. Alla forza associata si dà il nome di *forza elettromotrice* $= e$.

L'equazione dell'energia in elettricità deve dunque assumere la forma:

$$dw = e dq,$$

oppure, indicando con W l'attività:

$$W = e \frac{dq}{dt} = e i,$$

la quale lega insieme le unità razionali di corrente elettrica e di forza elettromotrice con quella di potenza meccanica.

15. — In un sistema magnetico, per esempio, un *circuito magnetico*, la variabile indipendente è il flusso magnetico ϕ ; quindi è $d\phi$ lo spostamento elementare, e $\frac{d\phi}{dt} = g$ la velocità dello spostamento, a cui per analogia è stato dato il nome di *corrente magnetica*. La forza associata si chiama *forza magnetomotrice* $= f$.

L'equazione dell'energia, in magnetismo, deve scriversi razionalmente:

$$dw = f d\phi,$$

ovvero:

$$W = f \frac{d\phi}{dt} = f g,$$

la quale a sua volta lega insieme le unità razionali di corrente magnetica e di forza magnetomotrice con quella di potenza meccanica.

16. — Delle due formule ora ottenute, quella del lavoro elettrico è la stessa come nel sistema ordinario, e quella del lavoro magnetico differisce per un fattore 4π .

Sta dunque in questo la irrazionalità del sistema ordinario, ma la irrazionalità medesima è limitata ad un lato solamente del sistema.

Sembra che l'ultima osservazione sia finora sfuggita a coloro che si sono occupati della riforma delle unità, e che hanno fatto il confronto dei due sistemi, prendendo per base le formule di Coulomb; ma ne approfitteremo ora per trarre questo risultato: che per razionalizzare i sistemi di misura esistenti, non è necessario riformare che una parte solamente delle unità che vi appartengono. Ciò rende anche ragione degli schemi di riforma parziale proposti da Fessenden e da Fleming.

La spiegazione del fatto è semplicemente che le formule a cui ci siamo riferiti sono quelle di definizione elettromagnetica, cioè dedotte dalla formula di Coulomb relativa al *magnetismo*, e la irrazionalità è quindi limitata alle sole misure magnetiche. Ma se prendessimo in esame le formule del sistema elettrostatico, troveremmo invece l'irrazionalità nelle sole misure elettriche.

Le misure sferiche per elettricità e per magnetismo sono incompatibili fra loro; ed è questa la prova ultima del loro carattere assurdo; perchè non si può rinnegare così il principio della razionalizzazione, senza rinnegare tutti i sistemi esistenti.

Se è impossibile avere le misure sferiche tanto in elettricità quanto in magnetismo, è invece possibile averle entrambe razionali. E allora appare in evidenza la simmetria assoluta delle formule elettriche e magnetiche, simmetria mancante nei sistemi ordinari.

17. — Riprendiamo ora il circuito elettrico e quello magnetico, e supponiamo che siano « allacciati » fra loro, in modo che l'energia perduta dall'uno sia acquistata dall'altro. Allora le due attività W sono eguali e di segno contrario, e le due equazioni dell'energia si possono scrivere simultaneamente:

$$\pm e i = W = \mp f g.$$

Ma i due circuiti sono ora riuniti in un solo *circuito elettromagnetico*, di modo che dobbiamo aggiungere le due equazioni caratteristiche dell'elettromagnetismo, dette circolari:

$$e = \mp g \qquad f = \pm i.$$

Abbiamo così un sistema di quattro equazioni, di cui una è conseguenza delle altre tre, e possiamo quindi anche dire, di tre equazioni, considerando le prime due come una sola. Queste tre sono veramente fondamentali, perchè necessarie e sufficienti per fondare tutta la teoria matematica dell'elettromagnetismo. Esse formano la base centrale e necessaria della teoria, mentre le formule di Coulomb ne rappresentano invece le due ali estreme. Ripeto, base necessaria, perchè la prima equazione non è altro che l'espressione elettromagnetica del principio dell'energia, e le altre due, nella scienza più moderna, si considerano semplicemente come definizioni.

Osservo, di passaggio, che basterebbe applicare alle formule ora scritte dei differenziali di spazio, simili a quelli di Hamilton-Tait, per trasformarle in equazioni differenziali del campo, del tipo più generale, che include anche le equazioni di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche, e quelle della luce. Ma pel nostro scopo attuale è meglio ritenerle sotto forma concreta.

18. — Le tre equazioni che abbiamo formato contengono esplicitamente le quattro unità concrete fondamentali dell'elettromagnetismo, f. e. m., f. m. m., corrente elettrica e corrente magnetica. Ma queste unità sono ivi eguagliate a due a due. Le unità fondamentali vengono quindi ridotte a due sole — una comune per la f. m. m., e la corrente elettrica, — un'altra comune per la f. e. m. e la corrente magnetica. E il loro prodotto dev'essere eguale all'unità meccanica di potenza.

Rimane così infine un elemento arbitrario e uno solo. Questo elemento arbitrario è appunto quello che negli antichi sistemi veniva determinato assegnando uno speciale valore a una delle costanti dell'etere libero. Ma ragioni di carattere generale ci hanno indotto a rinunciare a restrizioni di questa natura. Possiamo di ciò approfittare per fare una scelta arbitraria della prima coppia di unità, e farle coincidere con unità pratiche già esistenti.

E se come unità di potenza meccanica riteniamo il *watt*, possiamo insieme ritenere come unità elettromagnetiche fondamentali il *volt* e l'*ampère*.

E precisamente avremo:

Forza elettromotrice = **volt** = *Corrente magnetica*;

Corrente elettrica = **ampère** = *Forza magnetomotrice*,

e la duplicità di uso di queste unità è il fondamento del carattere simmetrico del sistema razionale di misure.

Facendo il prodotto delle quantità scritte nelle righe precedenti, ricaviamo:

$$\text{Attività elettrica} = \text{watt} = \text{Attività magnetica}$$

e in doppio modo otteniamo l'unità di potenza meccanica.

19. — Un sistema completo di misure si deduce dalle quattro fondamentali che abbiamo riferito alle due unità *volt* e *ampère*.

Questo sistema è razionalizzato. In esso, le misure di f. e. m., di corrente magnetica e di corrente elettrica rimangono definite come nel sistema ordinario. Solamente la definizione di f. m. m. è variata, essendo corretta del fattore 4π . Ma per la nuova misura di f. m. m. non si richiede alcuna unità nuova; ci basta misurare la f. m. m., con l'*ampère*, che già esiste come unità di corrente. E questa unità razionale si trova già in uso presso i pratici sotto il nome (improprio) di *amp.-giro*; ancora una volta la pratica ha preceduto la teoria.

Ora possiamo prevedere come sarà costituito l'intero sistema. Le misure derivate dalla f. e. m., corrente magnetica e corrente elettrica, rimarranno come nel sistema ordinario; quelle derivate dalla f. m. m. saranno prive del 4π , ma prenderanno riferimento ad altre unità già esistenti.

20. — Le unità concrete di elettricità e magnetismo si deducono tutte combinando fra loro le unità *volt* e *ampère* e l'unità di tempo, il *secondo*.

Moltiplicando un *volt* per un *secondo*, si ottiene quella unità che è stata denominata *weber* dall'Associazione Britannica; e avremo:

$$\text{Flusso magnetico} = \text{weber} = \text{Impulsione elettromotrice},$$

e il doppio significato di questa unità è illustrato quando si esplora un campo magnetico per mezzo di una bobina d'induzione.

Moltiplicando un *ampère* per un *secondo*, si ottiene:

$$\text{Quantità d'elettricità} = \text{coulomb} = \text{Impulsione magnetomotrice},$$

e qui l'illustrazione fisica dell'identità si ritrova misurando la carica di un condensatore per mezzo di un galvanometro balistico.

21. — In un circuito elettrico conduttore, entra in considerazione il rapporto fra f. e. m. e corrente elettrica, cioè:

$$\text{Resistenza elettrica} = \text{ohm} = \text{volt} : \text{amp.}$$

e il rapporto inverso è:

$$\text{Conduttanza elettrica} = \text{mho} = \text{amp.} : \text{volt},$$

e in queste unità si misurano anche le reattanze, rattenenze, suscettanze, ammettenze dei circuiti a corrente alternata.

Se fossero conosciuti dei corpi magneticamente conduttori, definiremmo analogamente la resistenza magnetica in *muho*, e la conduttanza magnetica in *ohm*, e avremmo scritto il quadro di reciprocità in forma completa. Ma queste relazioni sono, per ora, solamente teoriche, e possono al più presentarsi in considerazione, a scopo di calcolo, nei circuiti magnetici a corrente alternata.

22. — Quando un circuito elettrico non è conduttore, ma dielettrico, entra in considerazione il rapporto fra quantità d'elettricità e f. e. m.

A questo rapporto si dà volgarmente il nome di *capacità*, ma scientificamente dovrebbe dirsi *induttanza elettrostatica*; l'unità di misura è:

$$\text{farad} = \text{coulomb} : \text{volt} = \text{secondo-mho}.$$

Il rapporto inverso prende il nome di *reluttanza elettrostatica*; la unità di misura è:

$$\text{farad}^{-1}$$

e non ha mai ricevuto nome speciale.

La induttanza e reluttanza elettrostatica sono state denominate rispettivamente *permettenza* ed *elastanza* da Heaviside; ma forse questi nomi si prestano a qualche obiezione.

23. — Analogamente in ogni circuito magnetico (che non è mai magneticamente conduttore), si considera il rapporto fra flusso magnetico e f. m. m., al quale si dà il nome di *permeanza*.

In relazione alla misura di f. m. m., anche questa misura viene alterata rispetto all'uso ordinario. Ma eviteremo ogni confusione, riservando il nome di permeanza alla misura fatta col sistema ordinario, e quello di *induttanza magnetica* alla misura razionale.

L'unità razionale di induttanza magnetica è:

$$\text{henry} = \text{weber} : \text{amp.} = \text{secondo-ohm}.$$

Tanto la denominazione di induttanza quanto l'unità *henry* sono già state ammesse nell'uso ordinario, a proposito dei coefficienti di self-induzione dei circuiti elettrici.

Ma il legame fra le due definizioni sta qui, che il coefficiente di self-induzione di un circuito è uguale, in misura razionale, alla induttanza (1) del circuito magnetico su cui sta avvolto (con un coeffi-

(1) In questo senso si dice « induttanza di un circuito elettrico », e si allude alla induttanza magnetica, non a quella elettrostatica.

ciente m^2 se l'avvolgimento è ripetuto m volte). E anche questa relazione elettromagnetica è messa in evidenza nel sistema razionale.

Il rapporto inverso alla induttanza è la *reluttanza magnetica*, la cui unità è:

$$\text{henry}^{-1}$$

anche questa priva di nome speciale.

Il significato duale delle unità *farad*, *henry*, farad^{-1} , henry^{-1} , si ottiene interpretandole come coefficienti di self-induzione e come coefficienti di mobilità dei circuiti coniugati; ma non è ora il caso di fermarci più a lungo su queste illustrazioni teoriche.

*
* *

24. — Abbiamo esaurita l'enumerazione di tutte le unità concrete, elettriche e magnetiche del nuovo sistema. Quantunque il sistema sia razionalizzato, non ci è stato necessario introdurre unità nuove, nè mettere in contraddizione simboli o definizioni nuove con le antiche; ma con le stesse unità pratiche già in uso, abbiamo ricostruito un sistema, che fino a questo punto è anche assoluto.

Per completarlo si deve aggiungere alle misure concrete quelle specifiche; e si fa questo, introducendo come riferimento l'unità di lunghezza.

A questo riguardo, si insegna che le unità elettromagnetiche pratiche sono incompatibili con le unità pratiche di lunghezza e di massa, e che per formare in base alle prime un sistema assoluto, si dovrebbe assumere come unità di lunghezza il quadrante, e come unità di massa il 10^{-11} di grammo.

Ora, se si riflette, tutte le relazioni quantitative finora conosciute fra fenomeni elettromagnetici e meccanici si riducono all'equivalenza dell'energia. E quindi il solo legame necessario fra un sistema di misure elettriche e magnetiche e un sistema di misure meccaniche è che l'unità di energia sia comune ad entrambi. L'asserito vincolo che da un sistema elettromagnetico dato farebbe derivare certe unità speciali di lunghezza e di massa è solamente indizio di una limitazione non necessaria, introdotta nel sistema. La limitazione di cui si tratta è appunto quella, da noi rigettata, che attribuiva il valore uno alla costante magnetica dell'etere.

Allora, anche per le due unità meccaniche fondamentali, lunghezza e massa, rimane arbitraria la scelta, sotto la condizione che riproducano il *watt* come unità di potenza meccanica.

25. — Fra le unità attualmente in uso nella pratica, il *metro* e il *chilogrammo* (e non altre) soddisfano appunto a questa condizione.

Le possiamo dunque mettere in relazione con le unità elettriche e magnetiche già enumerate, per formare un **sistema assoluto Metro-Chilogrammo-Secondo**. Questo sistema, che comprende simultaneamente misure elettriche, magnetiche e meccaniche, è interamente composto con le unità pratiche usuali, ed è interamente razionalizzato, cioè non solamente libero dal 4π , ma da ogni distinzione fra misure « elettrostatiche » ed « elettromagnetiche ». Esso è anche l'*unico* il quale soddisfa simultaneamente a tutte queste condizioni.

Per uniformarvisi non vi ha che attenersi all'uso invariabile di tutte le unità pratiche, come le abbiamo qui enumerate, per qualsiasi misura scientifica o tecnica senza eccezione. E con riferimento sottinteso a queste unità, le formule matematiche di elettricità e magnetismo si potranno e dovranno scrivere secondo insegna la teoria razionale; dovranno in esse figurare sempre esplicitamente le costanti dei mezzi, e non mai il fattore irrazionale.

Il sistema C. G. S., con questo, perde ogni ragione di esistere; ma non credo che il suo abbandono sarà lamentato da alcuno.

26. — La soluzione qui proposta ha un punto di contatto con quella di Fessenden, in quanto che questo autore ammette anch'egli di abbandonare il tradizionale valore uno della costante magnetica dell'etere.

Ma, nei due casi, questo abbandono è informato a diversi motivi. Il Fessenden attribuisce alla detta costante il valore 4π , per ripristinare fra le formule razionali e i diversi sistemi di misure teorici e pratici, lo stesso parallelo di relazioni che si ammette ordinariamente. Il valore 4π , nel suo sistema, figura sempre come un numero puro, la cui vera ragione di esistenza è di neutralizzare quello insito nella definizione delle unità C. G. S., modificando il minor numero possibile di queste ultime.

Il sistema qui esposto è invece ispirato al principio che la vera razionalizzazione deve comprendere l'unificazione delle misure elettrostatiche ed elettromagnetiche, e quindi entrambe le costanti devono figurare come quantità fisiche, di valore arbitrario, e con dimensioni proprie, non riducibili a quelle di lunghezza, massa e tempo (1). Noi

(1) Le due costanti sono peraltro legate da una relazione mutua. Nel sistema razionale le dimensioni fondamentali sono *quattro*, e cioè L, M, T, e in più una qualunque elettromagnetica.

approfittiamo di questo principio, non solamente per eliminare il 4π , ma per rendere indipendenti le unità fondamentali meccaniche da quelle elettromagnetiche, e quindi formare con le unità pratiche un sistema assoluto.

27. — Per dedurre nel nuovo sistema dalle unità concrete di elettromagnetismo quelle specifiche, si metteranno in rapporto le prime col metro, metro quadrato, metro cubo.

La *forza elettrica* si misurerà dunque in **volt per metro lineare**; la *forza magnetica*, in **ampère per metro lineare**. Scrivendo le formule matematiche, deve tenersi conto che la misura razionale di forza magnetica differisce dall'antica per l'eliminazione del divisore 4π ; per evitare ogni confusione, si può usare il simbolo F per la prima, in luogo del simbolo H, ordinariamente scritto per la seconda.

Si misurerà l'*induzione elettrica* (spostamento elettrico) in **coulomb per metro quadrato**; l'*induzione magnetica* in **weber per metro quadrato**; le *intensità specifiche* di corrente elettrica e corrente magnetica, rispettivamente in **ampère per metro quadrato** e in **volt per metro quadrato**.

Dal rapporto fra forza elettrica e intensità specifica di corrente si ricava la resistenza per unità di volume o *resistività*, che sarà misurata in **ohm-metri**, e così di seguito.

Nessuna delle unità specifiche ha ricevuto mai nomi speciali, nè è necessario introdurli ora. Si chiameranno semplicemente « unità assolute M. Kg. S. ».

28. — Infine, la misura delle costanti elettromagnetiche fondamentali di un mezzo si ricava nel modo seguente:

La costante elettrostatica, o *induttività elettrica* di un mezzo si definisce come il rapporto fra l'induzione elettrica e la forza elettrica in quel mezzo, e si misura quindi in **farad per metro lineare**. Il simbolo ϵ si usa per indicare questa quantità.

La costante magnetica, o *induttività magnetica* di un mezzo si definisce come il rapporto fra l'induzione magnetica e la forza magnetica in quel mezzo, e si misura quindi in **henry per metro lineare**. Propongo di riserbare il simbolo λ per la quantità così definita (1).

(1) In luogo dell'*induttività* si aveva nel sistema irrazionale la *permeabilità*. Convien conservare questa parola, come pure il simbolo μ , nella loro antica significazione, cioè ad esprimere il rapporto fra la induttività di una sostanza e quella dell'etere. Il nuovo simbolo λ è scelto in armonia con L, induttanza magnetica, come κ con K, induttanza elettrostatica.

Ma le induttività, elettrica e magnetica, di una sostanza si possono anche definire come l'induttanza, rispettivamente elettrica e magnetica, di un cubo avente per lato l'unità di lunghezza. Così l'induttanza elettrostatica (capacità) di un condensatore e l'induttanza magnetica di un nucleo magnetico vengono rispettivamente espresse da:

$$K = \kappa \frac{\Sigma}{s}, \quad L = \lambda \frac{\Sigma}{s}$$

dove, in entrambi i casi, Σ è la sezione, s lo spessore del corpo o nucleo indotto.

29. — Deve essere richiamata l'attenzione sul fatto che nel nuovo sistema di misure (a differenza di ogni altro conosciuto), nessuna delle unità ha una grandezza anormale.

È quindi istruttivo vedere finalmente da quali valori particolari siano misurate le due costanti κ_0 e λ_0 dell'etere libero.

Si ricava:

$$\kappa_0 = 0,000\,000\,000\,008\,842$$

$$\lambda_0 = 0,000\,001\,256\,637$$

Questi valori così diversi dall'unità non sono un'anomalia del sistema, ma esprimono un fatto fisico vero. Essi ci dicono che l'etere libero ha una suscettività estremamente piccola per le azioni elettrostatiche e magnetiche, ma di gran lunga più piccola per le prime che per le seconde.

L'uno o l'altro di questi fatti, o entrambi, erano oscurati negli antichi sistemi di misure. E si comprende ora perchè in tutti questi sistemi, l'avere attribuito il valore uno a qualcuna delle costanti dell'etere abbia avuto per effetto inevitabile d'imporre ad altre unità grandezze anormali.

30. — In ogni caso, i valori di κ_0 e λ_0 così lontani dall'unità, si giustificano quando si riflette alla relazione loro con la straordinaria velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche nell'etere libero.

E infatti, i valori ottenuti soddisfano alla relazione:

$$(\lambda_0 \kappa_0)^{-\frac{1}{2}} = 3 \cdot 10^8.$$

Dato il significato fisico preciso attribuito a λ_0 e κ_0 nel sistema razionale, anche l'interpretazione di questa formula non è difficile.

Nel sistema razionale, quindi, dalle misure elettromagnetiche non si ricava più il valore di π , ma bensì quello della velocità della luce.

N. 37.

**DELL'INDUZIONE
ESERCITATA DALLE LINEE AD ALTA TENSIONE
SULLE LINEE TELEFONICHE
E DEL MODO DI EVITARLA**

SUNTO DELLA CONFERENZA

fatta dall'Ingegnere **ANGELO SILVA**

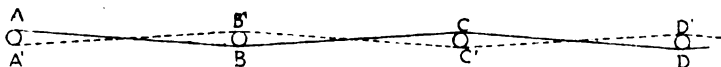
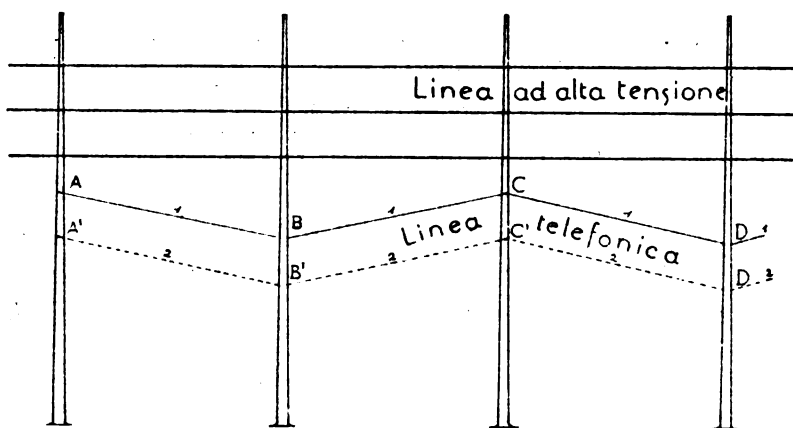
all'Assemblea generale di Roma nella Seduta del 13 Ottobre 1901.

Nel 1889 eseguii un trasporto di forza da Borgo San Donnino alla celebre stazione balnearia di Salsomaggiore (10 chilometri), adottando la corrente trifasica a 3000 volt, 50 periodi. Dati i rapporti continui fra il punto di utilizzazione (Salsomaggiore) e il punto di produzione (Borgo San Donnino) era necessario assicurare una buona comunicazione sulla quale si potesse fare assoluto assegnamento. Si era pensato sulle prime di chiedere la concessione per una linea telegrafica privata, ma furono tante le difficoltà sollevate, che se ne dovette abbandonare l'idea.

Data la impossibilità di ottenere la concessione per la comunicazione telegrafica, si tentò la comunicazione telefonica col circuito interamente metallico, disponendo i fili ad elica, in modo che ogni quattro pali i due fili invertivano la loro posizione, l'isolamento era curato col massimo rigore e tutte le attenzioni si erano usate onde la comunicazione telefonica potesse effettuarsi nelle migliori condizioni possibili.

Ma all'atto pratico però, malgrado tutte queste disposizioni e malgrado tutte queste attenzioni, le comunicazioni telefoniche erano disturbate in modo gravissimo e il servizio non andava. Allora, con quel po' di pratica acquistata in tanti anni di professione e basandoci sugli studi e sulle esperienze dello Strecker e d'altri, si pensò di cambiare la disposizione dei due fili telefonici rispetto alla linea ad alta tensione e dopo lunghi tentativi, che sarebbe troppo lungo esporre, si è arrivati alla disposizione che ho l'onore di sottoporvi, e che ha resa possibile la comunicazione telefonica fra Salsomaggiore e Borgo San Donnino in modo assolutamente perfetto. Come vedete, i fili non sono disposti ad elica, ma si incrociano ad ogni campata, percorrendo due piani diversi rispetto ai fili dell'alta tensione. Il filo n. 1 dal

punto A del primo palo discende al punto B nel secondo palo, passando da sinistra a destra, e il filo n. 2 dal punto A' del primo palo discende al punto B' nel secondo palo, passando da destra a sinistra;



così di seguito, il filo n. 1 dal punto B nel secondo palo sale al punto C sul terzo palo passando da destra a sinistra, e il filo n. 2 del punto B' nel secondo palo sale al punto C' nel terzo palo; poscia dal punto C nel terzo palo il filo n. 1 discende al punto D nel quarto palo, passando da sinistra a destra, e il filo n. 2 alla sua volta dal punto C' nel terzo palo discende nel punto D' nel quarto palo passando da destra a sinistra.

Come vedete, il filo n. 1, passando dal punto A al punto B, viene a trovarsi nel medesimo piano del punto A', punto di partenza del filo n. 2, mentre poi, passando dal secondo al terzo palo, ritorna sul suo piano di partenza, e così di seguito; ogni due pali i fili ritornano sul loro piano di partenza e non hanno mai un percorso parallelo coi fili dell'alta tensione.

Questa disposizione, che credo nuova, e alla quale si è arrivati dopo pazienti ricerche, permette di comunicare telefonicamente in modo perfetto, senza per nulla avvertire la presenza delle correnti ad alta tensione che circolano a poco più di un metro di distanza, ed ho creduto non del tutto inutile il comunicarvi i buoni risultati ottenuti con questa disposizione, onde all'occorrenza possiate giovarvene.

N. 38.**NOTIZIE**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA**SEZIONE DI ROMA.****22 Novembre 1901, ore 21. — Adunanza.**

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Conferenza del Socio dott. DI PIRRO sulla « Telefonia a grandissime distanze ».*

Il Presidente ringrazia tutti i Soci della Sezione per l'attiva e benevola cooperazione prestata per la migliore riuscita del Congresso, tanto più che una parte delle proposte più interessanti, e che avranno certamente un seguito in un tempo più o meno prossimo, sono state presentate da Soci della nostra Sezione; e cita a tale uopo le proposte del prof. Banti, dell'ing. Giorgi e dell'ing. Salvadori.

Dà in seguito, a norma dell'art. 7 dello Statuto, comunicazione dell'ammissione dei 13 nuovi Soci, signori ingegneri Paoloni Arturo, Tonelli Carlo, Fontana Mario, Gavotti Nicolò, Ojelli Norberto, Del Moro Bethel, Barreca Pasquale, Levi Giorgio, Cona Leopoldo, Stamm Pierluigi, del cav. Pardo Osvaldo, Troya Ottorino e Società Garuti e Pompili (collettivo); delle dimissioni del Socio Mozzani Vezio e Stamm Gustavo, e del passaggio ad altre Sezioni dei Soci Cattori Michelangelo (da Roma a Napoli), e Columbo L. Vincenzo (da Roma a Milano), facendo notare come la nostra Sezione si trovi in continuo e soddisfacentissimo aumento.

L'ing. Brunelli propone un plauso al Presidente prof. Ascoli per avere degnamente rappresentato la Sezione di Roma nell'occasione del recente Congresso. La proposta è vivamente applaudita.

La parola è concessa poi al Socio dott. Di Pirro, che legge la sua conferenza sul tema: « Telefonia a grandissime distanze ».

La conferenza, ascoltata con molto interesse per l'importanza e la novità dell'argomento, è infine accolta da applausi.

Infine il Presidente comunica all'Assemblea l'Ordine del giorno della prossima adunanza del Consiglio Generale. Esso è oggetto di lunga discussione, intesa ad illuminare i Consiglieri Delegati della Sezione sulle idee che prevalgono in seno ad essa in merito ai singoli articoli.

SEZIONE DI PALERMO.

(Questi verbali sono pubblicati con molto ritardo, essendo stati mandati alla Sede Centrale in data 29 Novembre u. s.).

3 Marzo 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

Elezione di un Delegato al Consiglio Generale, in sostituzione del signor ing. GIUSEPPE OTTONE, sorteggiato e non immediatamente rieleggibile.

Procedutosi alla votazione a schede segrete, risulta eletto il Socio prof. Michele Cantone.

21 Aprile 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Proposta dell'ing. OTTONE per un concorso a premio tra i Soci della Sezione.*

Il Presidente, aperta la seduta, fa dar lettura di una lettera di ringraziamento del Socio prof. Cantone per la di lui nomina a Delegato della Sezione presso il Consiglio Generale.

Passando quindi alla seconda parte dell'Ordine del giorno, comunica che il Socio ing. Ottone, allo scopo di rendere sempre più attivo il lavoro della Sezione, ha proposto d'indire un concorso a premio fra i Soci. La proposta venne già esaminata dal Consiglio Direttivo, che l'ha trovata meritevole di essere discussa in Assemblea, ed apre quindi la discussione sull'argomento.

Dopo le osservazioni di parecchi Soci sull'entità della cifra a stabilirsi per il premio, e le obiezioni di altri sulla possibilità del bilancio della Sezione ad essere gravato della somma relativa, viene deliberato di rimandare la discussione ad altra seduta, dando incarico al Consiglio Direttivo di esaminare nel frattempo il Bilancio e riferire se e quali somme siano disponibili per far fronte al premio di cui nella proposta Ottone.

5 Maggio 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

Proposta dell'ing. OTTONE per un concorso a premio tra i Soci della Sezione.

In seguito al risultato dell'esame del Bilancio della Sezione, l'Assemblea decide di sospendere ogni deliberazione, relativamente all'Ordine del giorno, fino al termine dell'anno.

14 Luglio 1901, ore 14. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

Comunicazione del Socio prof. CORBINO sull'argomento: « Invertibilità dei motori asincroni a campo rotante ».

Il Socio dott. Corbino comunica una Nota: « Sulla invertibilità dei motori asincroni a campo rotante », nella quale studia le condizioni di tale invertibilità, rilevando, dall'esame dell'accoppiamento diretto di un alternatore con un motore asincrono, alcune singolarità notevoli del funzionamento.

SEZIONE DI NAPOLI.

24 Novembre 1901, ore 10. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Conferenza del Socio ing. GRISMAYER sopra « Alcune quistioni di trazione elettrica sulle ferrovie ».*

Alle ore 10 1/2 il Presidente Boubée apre la seduta. — Sono presenti 23 Soci.

Il Segretario legge il verbale della tornata precedente che viene approvato.

Il Presidente comunica ai Soci le cortesi accoglienze avute al Congresso generale, che avrà eziandio luogo in Napoli nel venturo anno. I Soci applaudono.

Indi il Presidente, rimandando ad altra tornata le altre comunicazioni, presenta il socio Grismayer, che svolge la prima parte della sua Conferenza, la quale viene coronata da applausi.

Il Presidente annunzia che la seconda parte di detta Conferenza: « *Sui motori asincroni polifasi* » sarà svolta nell'Assemblea del 15 dicembre.

1 Dicembre 1901, ore 14 1/2. — Adunanza.

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Comunicazioni della Presidenza.*
2. *Mandato da conferire ai Delegati della Sezione di Napoli al Consiglio generale dell'A. E. I. in dipendenza delle deliberazioni prese nell'ultimo Congresso dell'Associazione.*
3. *Ciclo di Conferenze e stampa delle medesime.*

Alle 14 1/2 il Presidente Boubée apre la seduta. — Sono presenti 15 Soci.

Il Segretario legge il verbale della seduta precedente che viene approvato.

Il Presidente comunica le dimissioni dei Soci Giovannini, Florio e Forte; l'ammissione a Socio dell'ing. Carlo Fredin ed il passaggio del Socio ing. Carlo Montù dalla Sezione Toscana a quella di Napoli. Dà quindi la parola al Vice-Presidente prof. Lombardi.

Questi presenta ai Soci il Montù e li invita a visitare il bastimento *La Città di Napoli* adibito dalla Casa Pirelli alla posa dei cavi sottomarini, ancorato nel porto di Napoli, anche a nome dell'ing. Jona. — Il Presidente ringrazia Montù, Lombardi e Jona a nome dei Soci, accettando.

Si apre la discussione sul mandato da dare ai Delegati al Consiglio generale per la prossima tornata.

Dopo ampia discussione l'Assemblea approva che i Delegati facciano i seguenti voti:

a) che con le lire mille da stanziarsi nel Bilancio 1902 si facciano coniare due medaglie commemorative d'oro da assegnarsi come premio ai due migliori lavori che i Soci pubblicheranno negli Atti, senza stabilirne però il tema;

b) che il *referendum* sulle norme di sicurezza sugli impianti venga indetto con circolari, le quali facessero la storia della questione;

c) che i corsi di Telegrafia e Telefonia si istituissero nelle scuole superiori dove vi è l'insegnamento della Elettrotecnica;

d) che le spese di stampa, comprese quelle dei *clichés*, siano tutte a carico della Sede Centrale, nei limiti beninteso del Bilancio, e colla massima che debbano stamparsi le sole Memorie che hanno carattere di originalità.

Si stabilisce che il ciclo delle conferenze, per il nuovo anno, cominci il giorno 12 gennaio, con intervalli non inferiori ai 15 giorni e quanto alla modalità della stampa di esse, poichè la Sede Centrale le pubblica solo in sunto, si rimanda la discussione alla prossima Assemblea.



Prof. GUIDO GRASSI, Redattore-Responsabile.

Torino — Tip. Lit. Camilla e Bertolero di Natale Bertolero.

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA ATTI

Prezzo	Vol.	I Atti	.	.	.	.	L. 20
»	»	II »	.	.	.	.	» 20
»	»	III »	.	.	.	.	» 10
»	»	IV »	.	.	.	.	» 20
Abbonamento	»	V »	.	.	.	.	» 20

PREZZO DELLE INSERZIONI

netto da qualsiasi sconto

Spazio	2 volte	4 volte	6 volte	12 volte
1 pagina	L. 34	L. 60	L. 80	L. 140
1/2 »	» 24	» 40	» 54	» 85
1/3 »	» 18	» 28	» 44	» 70
1/4 »	» 14	» 22	» 34	» 56

Per l'acquisto degli Atti e degli Estratti e per le Inserzioni sulla coperta rivolgersi alla *Ditta Editrice CAMILLA e BERTOLERO di N. BERTOLERO*, via Ospedale, 18 - Torino.

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, Galleria Nazionale - Via Roma, 28.

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Lorenzo Ferraris.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Mario Capuccio.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — Capon Maggiore Angelo — Ing. Lorenzo Garrone — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, Via S. Paolo, 10.

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice-Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Giacinto Motta.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Angelo Bertini — Ing. Franco Brioschi — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Alessandro Scotti — Ing. Guido Semenza.

Genova, Via Davide Chiossone, 7.

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Beggio.

Bologna, Via Galliera, 14.

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice-Presidente: Ing. Cav. Prof. Silvio Canevazzi.
Segretario: Ing. Manfredo Peretti.
Cassiere: Ing. Barnaba Lanino.
Consiglieri: Ing. A. Dalla Noce — Ing. Alfredo Donati — Ing. Cav. Cleto Gasperini — Ing. Pietro Lanino.

Roma, Via del Bufalo, 133.

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice-Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Dott. Riccardo Manzetti.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Cav. Giovanni Dell'Oro — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Dott. Quirino Majorana-Calatabiano.

Napoli, Via Università, 50.

Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. F. P. Boubée.
Vice-Presidente: Prof. Ing. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Francesco Amicarelli.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Cav. Ing. Mario Bonghi — Ing. Umberto Cassito — Ing. Luigi De Biase — Prof. Ing. Raffaele Folinea.

Palermo, Via Maqueda, 175.

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice-Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello — Ing. M. Fileti.

Firenze, Via dei Benci, 10.

Presidente: Prof. Antonio Pacinotti.
Vice-Presidente: Conte Prof. Guido Vimercati.
Segretario: Ing. G. B. Folco.
Cassiere: Ing. Carlo Boglione.
Consiglieri: Prof. Eugenio Bazzi — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giulio Martinez — Prof. Luigi Pasqualini.

